



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

### Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

### About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



## A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

## Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

- + *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
- + *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
- + *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
- + *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

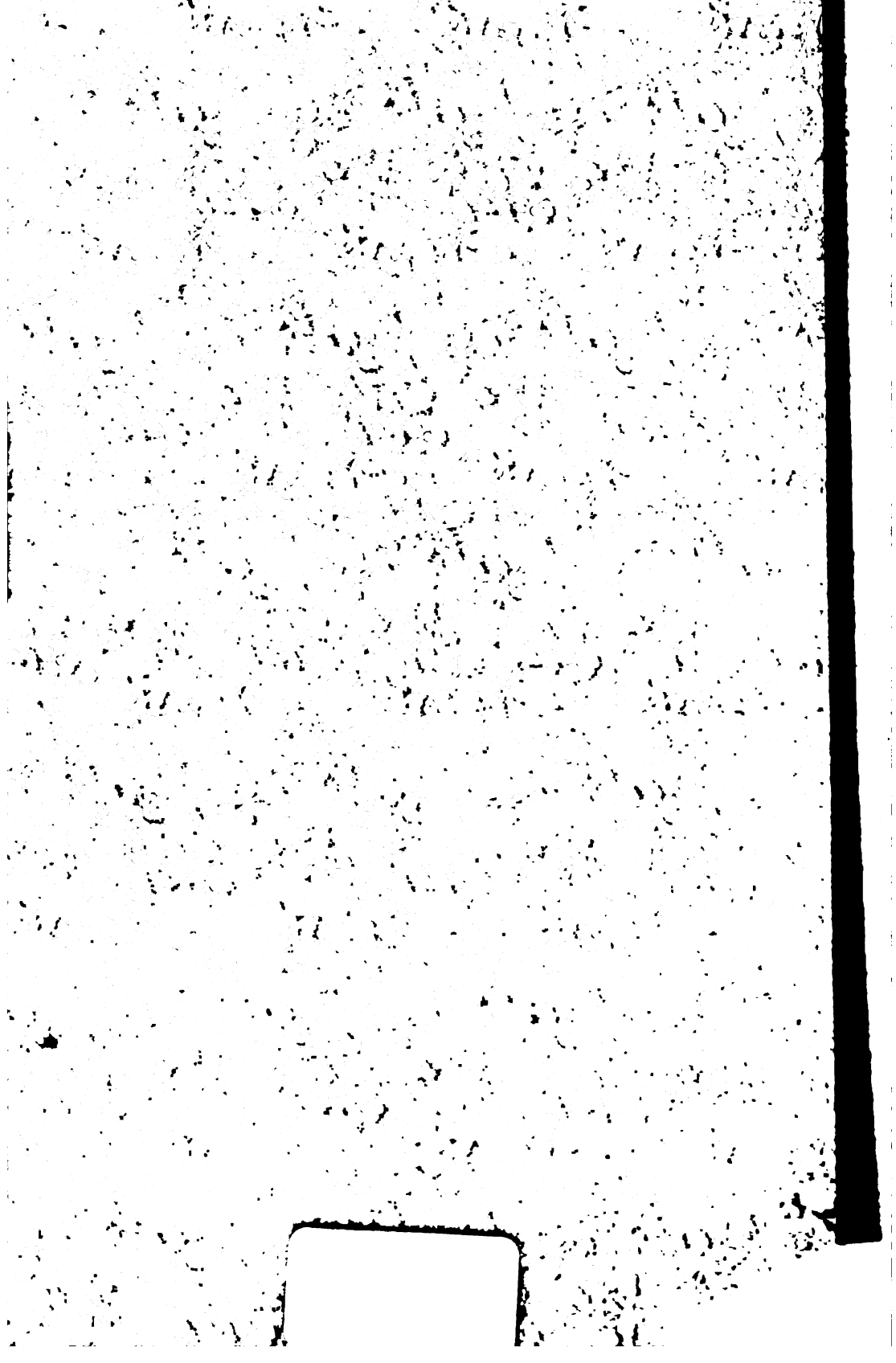
## À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse <http://books.google.com>

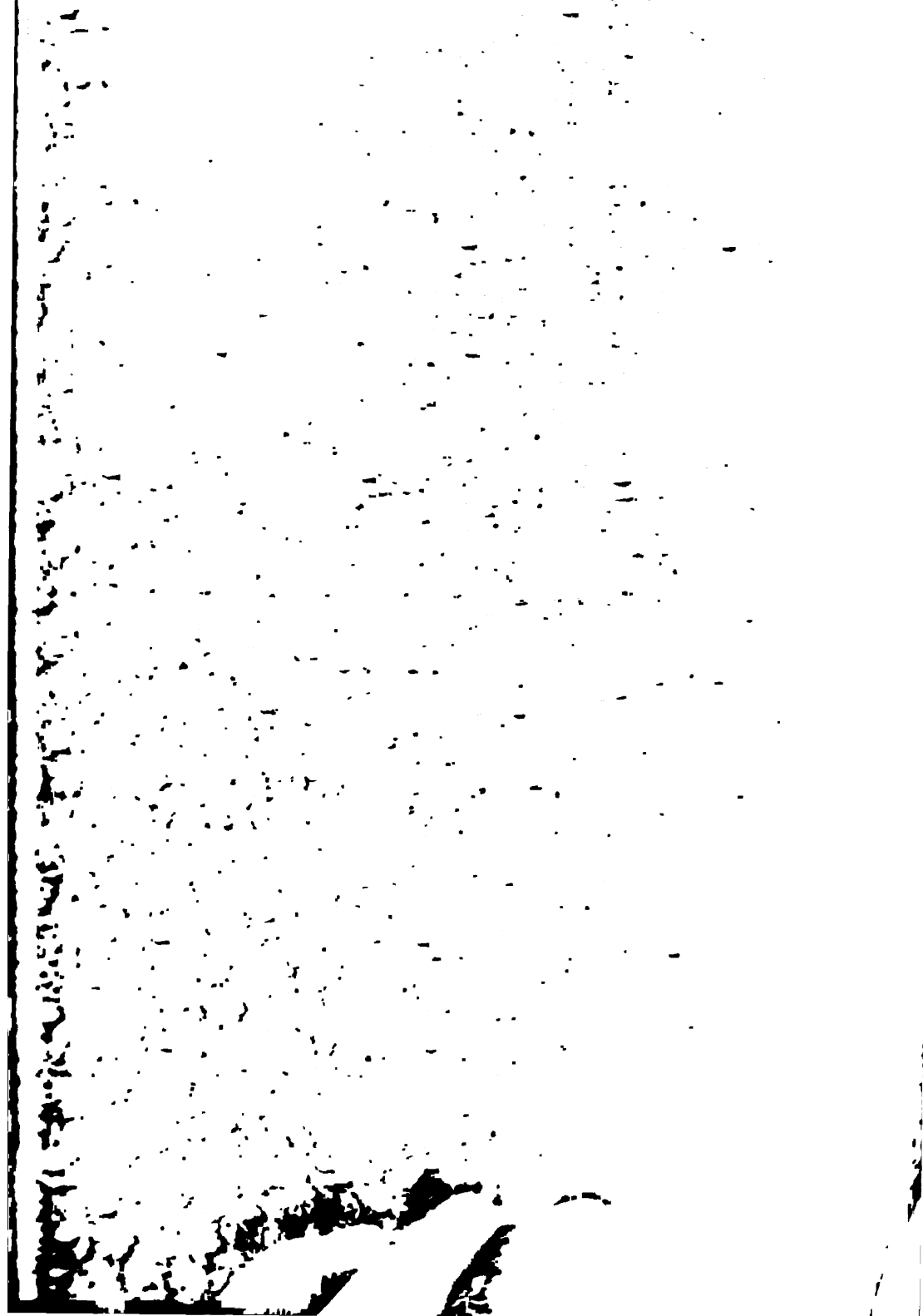
Stanford University Libraries



3 6105 006 323 613







550.5  
H6738





ARCHIVES ITALIENNES DE BIOLOGIE





ARCHIVES ITALIENNES  
DE  
**BIOLOGIE**

---

REVUES, RÉSUMÉS, REPRODUCTIONS  
DES  
TRAVAUX SCIENTIFIQUES ITALIENS

SOUS LA DIRECTION DE

**A. MOSSO**

Professeur de Physiologie à l'Université de Turin.

---

(Huitième année - 1889)

---

**Tome XI**

avec 9 planches et 18 figures dans le texte.



**TURIN**  
**HERMANN LOESCHER**

1889

117228

---

TOUS DROITS RÉSERVÉS

---

Y8A98L1 0807MAT2

---

Turin — Imprimerie VINCENT BONA.

## TABLE DES MATIÈRES

---

ADUCCO V. — La substance colorante rouge de l' <i>Eustrongylus gigas</i> . . . . .	Pag. 52
ADUCCO V. — Sur l'excitabilité de la substance grise dans la zone motrice de l'écorce cérébrale . . . . .	192
AXENFELD D. — Sur la vision des couleurs de contraste »	81
AXENFELD D. — Sur la transformation des sels d'ammonium en urée dans l'organisme . . . . .	133
BALDI D. — Sur le mécanisme d'action de la cocaïne et sur l'excitabilité de la moelle épinière . . . . .	70
BELLONCI G. et STEFANI A. — Contribution à l'histogénèse de l'écorce cérébelleuse . . . . .	21
BORGHERINI A. — Étude sur la physio-pathologie du cervelet »	48
BRIOSI G. — Sur les substances minérales des plantes à feuilles persistantes . . . . .	90
COLASANTI G. et MOSCATELLI R. — L'oxydation de la pyrocatechine dans l'organisme . . . . .	12
COPPOLA F. — Sur l'action physiologique de la Pilocarpine et de ses dérivés par rapport à leur constitution chimique »	26
DE GIAXA. — De la quantité des Bactéries dans le contenu du tube gastro-entérique de quelques animaux . . . . .	229
FERRARI P. — Oblitération expérimentale des sinus de la dure-mère. — Étude sur la doctrine de la thrombose de ces vaisseaux . . . . .	171
FERRARI P. — Sur les dangers immédiats des blessures des sinus de la dure-mère . . . . .	184
GAGLIO G. — Action de la température dans l'empoisonnement par la strychnine et par le curare . . . . .	104

GOLGI C. — Le fagocytisme dans l'infection malarique . . . . .	Pag. 95
GRASSI G. B. — Les ancêtres des myriapodes et des insectes. — Anatomie comparée des thysanoures et considérations gé- nérales sur l'organisation des insectes ( <i>avec cinq planches</i> ) »	1
Id. . . . . id. . . . . id. . . . . id. . . . . »	291
Id. . . . . id. . . . . id. . . . . id. . . . . »	389
MARAGLIANO E. — Les phénomènes vasculaires de la fièvre »	195
MARAGLIANO E. et LUSONA P. — Sur les réflexes vasculaires cutanés dans la fièvre . . . . . »	246
MARCACCI A. — Influence du mouvement sur le développement des œufs de poule . . . . . »	164
MARTINOTTI C. — De la réaction des fibres élastiques avec l'emploi du nitrate d'argent. Rapports entre le tissu muscu- laire et le tissu élastique ( <i>avec deux planches</i> ) . . . »	253
MATTIROLLO O. — Contribution à la biologie des Hépatiques. Mouvements hygroscopiques dans le Thallus des Hépatiques Marchantiées ( <i>avec deux planches</i> ) . . . . . »	344
MORIGGIA A. — La fréquence cardiaque chez les animaux à sang froid . . . . . »	42
MORIGGIA A. — L'hyperthermie, les fibres musculaires et les fibres nerveuses . . . . . »	379
MORPURGO B. — Sur le processus physiologique de néoformation cellulaire durant l'inanition aiguë de l'organisme . . . »	118
MOSCATELLI R. — L'acide lactique dans le thymus et dans la thyroïde . . . . . »	20
MYA G. et GRAZIADEI A. — Sur la quantité de la glycose dans les épanchements séreux et purulents et dans les liquides kystiques . . . . . »	243
NEGRO C. — Les courants induits unipolaires dans l'étude de l'excitabilité électrique du cerveau . . . . . »	212
PANSINI. — Des terminaisons des nerfs sur les tendons des vertébrés . . . . . »	225
RUMMO G. et FERRANNINI A. — La circulation cérébrale de l'homme à l'état normal et sous l'influence des substances hypnogènes . . . . . »	272
STEFANI A. et SIGHICELLI E. — En quelle manière le nerf vague modifie le rythme de la respiration quand augmente et quand diminue la pression dans la cavité des poumons »	143
TAFANI A. — La fécondation et la segmentation étudiées dans les œufs des rats . . . . . »	112
TODARO F. — De l'homologie de la branchie des Salpes avec celle des autres Tuniciers . . . . . »	369

Congrès International des Physiologistes qui se tiendra à Basilée  
le 10 septembre 1889 . . . . . Pag. 338

† G. SALVIOLI . . . . .	» 205
† J. BELLONCI . . . . .	» 341

## REVUE DE TRAVAUX ANATOMIQUES ITALIENS

par M. VARAGLIA

BERTELLI D. — Le muscle temporal superficiel . . . . .	Pag. 420
Id. — Le sillon intermédiaire antérieur de la moelle humaine dans la première année de vie . . . . .	» 420
Id. — Sur les glandes salivaires chez l' <i>Hirudo medicinalis</i> . . . . .	» 422
CALORI L. — Sur deux cas de variétés numériques des vertèbres, accompagnés de variétés numériques des côtes et d'autres anomalies . . . . .	» 425
CHIARUGI G. — Sur l'existence d'une racine dorsale rudimentaire avec gan- glion pour le nerf hypoglosse chez l'homme . . . . .	» 421
Id. — Le tubercule de Darwin et la direction des poils dans le pa- villon de l'oreille humaine . . . . .	» 422
CUCCATI G. — Nouvelles observations au sujet de la distribution et de la terminaison des fibres nerveuses dans la vessie urinaire de quelques am- phibies, reptiles et mammifères . . . . .	» 423
ROMITI G. — Une observation d'arc maxillo-temporal sous-jugal et sur la ge- nèse de la bipartition de l'os malaire chez l'homme . . . . .	» 420
VALENTI G. — Sur le développement des capsules surrénales chez le poulet et chez quelques mammifères . . . . .	» 424
ZOJA G. — Sur le <i>Mucro</i> de l'angle de la mandibule de Sandifort . . . . .	» 421
Lettre de G. Briosi au Directeur . . . . .	» 427





## *Les ancêtres des myriapodes et des insectes* <sup>(1)</sup>

---

*Anatomie comparée des thysanoures  
et considérations générales sur l'organisation des insectes*

par M. le Prof. **BATTISTA GRASSI.**

---

Je m'efforcerai dans le présent mémoire, d'exposer, par la méthode comparative, mes études sur l'anatomie des thysanoures, afin d'en déduire une série de considérations morphologiques se rapportant aux divers systèmes organiques des insectes, et d'éclaircir quelques points de mon travail sur le développement de l'abeille dans l'œuf.

A qui regarde superficiellement, il peut sembler que la méthode de la morphologie a été bien déterminée depuis longtemps; et même il y en a qui ne croient pas nécessaire de revenir sur ce sujet. Je ferai observer que l'évolution est généralement reconnue comme point de départ de tout raisonnement morphologique, et l'on sait que les conclusions peuvent découler de la paléontologie, de la zoologie, de l'anatomie comparée et de l'embryologie. Mais l'accord cesse de régner, aussitôt qu'il s'agit de trouver la raison de la transformation d'un système organique quelconque; alors, la voie suivie est différente, selon que l'on adopte l'une ou l'autre des diverses théories proposées pour expliquer l'évolution. Les difficultés augmentent encore, quand il s'agit de déterminer la valeur que l'on doit accorder à chacun des facteurs ci-dessus dans la production d'une transformation spéciale. Enfin, la question se complique bien plus encore, en ce que l'énorme variété des formes et des dispositions, ne laisse pas aisément distinguer l'accessoire du principal, et ne permet pas d'établir d'une manière indiscutable, des règles sur la valeur que méritent les faits en particulier.

Ce sont ces graves difficultés, qui ont conduit les naturalistes sur

---

(1) Memoria della R. Accad. dei Lincei, 1888.

des voies si variées et souvent si opposées, que, partant des mêmes faits, l'un arrive à une conclusion et l'autre à une autre tout à fait contraire. Les exemples de ce genre abondent, je veux seulement rappeler les récentes discussions sur les mamelons des mamelles, celles sur les nerfs crâniens, celles sur la position systématique des Tuni-  
ciers, etc.

Si le lecteur reconnaît la réalité des désaccords cités, il ne trouvera pas hors de propos une brève exposition de la méthode que je suis dans l'étude de la morphologie. Je suis loin de prétendre apporter une réforme dans une question si délicate; je serai pleinement satisfait si le peu que je vais exposer suscite une discussion (1).

Le but du morphologiste, comme je l'ai déjà presque indiqué, est bien défini : reconstruire l'arbre généalogique des animaux et des végétaux, pour en déduire les lois qui règlent la descendance, et concourir à expliquer l'organisation des divers êtres vivants. J'ai déjà rappelé que les moyens dont nous disposons sont : la zoologie, la paléontologie, l'anatomie comparée et l'embryologie. Je m'arrêterai avant tout à un point de vue commun à ces quatre branches de la morphologie. Je commence à distinguer ceux qui tirent leurs conclusions de l'étude d'un seul système organique, de ceux qui les déduisent en se basant sur l'organisation entière. Comme j'ai eu l'occasion de le dire dans un autre travail, je n'hésite pas à me ranger parmi les seconds ; parce que je suis convaincu que les premiers sont sur une fausse voie, alors même qu'ils se servent, ce qui n'est pas toujours le cas, d'un système organique de première importance, comme par exemple la colonne vertébrale pour les vertébrés, l'appareil buccal et les ailes pour les insectes. Ainsi par exemple j'ai eu l'occasion de soulever des doutes sur la naturalité du système des Elasmobranches, que Hasse a fondé sur la colonne vertébrale. Nous verrons dans ce mémoire que si l'on considère seulement l'appareil buccal, *Iapys* et *Campodea* devraient s'écarter énormément des *Machilis*. Si l'on considérerait seulement le pronéphros, les téléostéens devraient être regardés comme plus primitifs que les élasmobranches ; en ne se basant que sur la vessie natatoire,

---

(1) Peu après la publication italienne de ce Mémoire, est parue l'œuvre de FÜRBRINGER (*Untersuch. z. Morph. u. Sistem d. Vögel*, Amsterdam, 1888) qui soutient des opinions tout à fait conformes aux miennes et une très précieuse Note de GEGENBAUR (*Anat. Anzeiger*, 1888) qui, avec son indiscutable compétence, vient appuyer nos petits efforts.

ceux-là se rapprocheraient davantage des vertébrés supérieurs que ceux-ci. D'après les organes des sens, l'*Amphioxus* pourrait être considéré comme un animal dégénéré au plus haut degré, etc. Se contenter d'un seul système organique, équivaut à se contenter de lire un seul livre sur une question, fût-il même écrit par un auteur célèbre, alors que l'on sait que cette même question a été discutée dans cent autres livres.

Étant admis que l'on doit tenir compte de l'organisation entière, il reste encore à décider du choix des formes à étudier. Prenons par exemple les insectes, l'idéal serait de les étudier tous et de les comparer les uns avec les autres; le résultat serait certainement le meilleur possible, mais qui pourrait entreprendre l'étude de plus de deux cent mille insectes, nombre des insectes connus jusqu'à ce jour? Il est malheureusement nécessaire de limiter nos recherches à un petit nombre de formes; c'est pourquoi il est indispensable de décider si l'on doit préférer certaines formes, ou bien si nous pouvons nous en tenir aux premières qui nous tombent sous les yeux. Tandis que beaucoup ne croient pas nécessaire de faire un choix, mon opinion est qu'au contraire il faut accorder une grande importance à ce choix, spécialement en considérant la période actuelle, encore presque enfantine, de notre science. Aujourd'hui nonobstant la nombreuse et vaillante cohorte des zoologues, le connu est toutefois bien peu de chose comparé à l'inconnu, des classes entières ont été à peine effleurées. Pour cette raison, il me paraît tout spécialement nécessaire de rechercher les formes simples, primitives, et de nous en tenir de préférence à elles, ou du moins de commencer par elles. Celui qui se limite à étudier les formes plus complexes, pourra peut-être fournir la base des problèmes physiologiques, mais il ne résoudra presque jamais les questions morphologiques. Les formes simples révèlent en un instant, ce que mille formes perfectionnées ou aberrantes ne pourraient faire connaître au plus habile observateur. Il en est ainsi de la colonne vertébrale des téléostéens qui devient extrêmement étrange, si on l'étudie sur la perche, comme on l'a fait autrefois, et qui, au contraire, se rattache admirablement à celle des élasmobranches, si l'on prend le brochet pour point de départ. Les recherches embryologiques de Goette sur les amphibiens anoures ont donné un bien petit profit, parce que ces animaux appartiennent à un rameau collatéral, et très aberrant du type principal des vertébrés. L'œuvre si consciencieuse de Carus sur les organes génitaux des coléoptères a très peu contribué à la con-

naissance fondamentale de cet appareil chez les insectes; tandis que les brèves recherches de Joly, de Meinert et de Palmen sur les organes génitaux des éphémères et des forficules ont donné des fruits très intéressants. Les formes primitives une fois étudiées, pour acquérir une idée complète du rameau dont nous nous occupons, il faut naturellement étudier aussi les formes complexes. De ces dernières il arrive que l'on doive retourner aux formes primitives, parce que certaines dispositions, fortement développées dans les formes complexes, sont si faiblement indiquées dans les formes primitives, qu'elles échappent à celui qui se contente d'examiner ces dernières. On doit pourtant remarquer que le choix des formes primitives s'applique spécialement au cas où l'on veut comparer des organes déjà développés. Il a beaucoup moins de valeur quand il s'agit de la formation des feuilletts germinatifs et de l'origine des organes qui en dérivent, parce que l'on a vu qu'il existe, pour ces phénomènes, une certaine constance, même pour des groupes d'animaux assez étendus.

Nous arrivons ainsi à deux conclusions: il faut considérer tous les systèmes organiques, et il faut choisir les formes primitives.

Ces deux conclusions, qui ont été appliquées méthodiquement par Gegenbaur et ses élèves, ne sont pas, comme on l'a prétendu, quelque chose qui schématise la nature sans aucun profit, c'est un guide efficace et puissant, c'est l'unique fil pour celui qui ne veut pas se perdre dans un labyrinthe inextricable. On doit, du reste, ne pas perdre de vue le fait que quelque méthode ou théorie que l'on considère, il n'en est aucune qui n'ait en soi quelque chose de schématique. Il va sans dire qu'il faut être constamment sur ses gardes et ne pas confondre les formes dégénérées avec les formes primitives.

Je comprends la dégénération dans un sens limité, et non dans le sens large de quelques auteurs, qui tendent à trouver dégénéré tout ce qui est simple. A ce propos je dirai que le terme de dégénération n'est pas très approprié, et n'exprime pas bien ce qui se passe dans la nature. En effet, dans la nature, un ou plusieurs systèmes organiques se perfectionnent ou tout au moins restent immobiles, tandis que les autres se réduisent et dégènèrent par manque d'usage. Le ténia, par ex., est réduit dans l'appareil digestif et dans les organes des sens, il est immobile pour ainsi dire dans l'appareil excréteur, il est au contraire perfectionné dans l'appareil reproducteur et dans les moyens de fixation sur l'hôte, etc. Pour cette raison, il n'est pas exact de dire que les cestodes sont des animaux dégénérés. La vraie

dégénération devrait être totale; en réalité une telle dégénération n'existe probablement pas, ou du moins n'a pas encore été sûrement démontrée. C'est pourquoi quand nous découvrons une forme organique simple dans tous ses appareils, comme l'*amphioxus*, nous ne sommes pas autorisés à la considérer comme dégénérée (1). Théoriquement on peut pourtant admettre qu'un animal s'adaptant à des conditions de vie plus simples, se simplifie. Mais cette simplification, à mon avis, consistera essentiellement, si non entièrement, dans un développement incomplet et la reproduction à l'état jeune, dans un arrêt du développement des organes, à l'exception des organes génitaux. Dans ce cas nous aurons un retour à des conditions ataviques, et les animaux qui ont fait cette regression, serviront de la même manière pour la phylogénèse, indiqueront également la route que nous cherchons. Je crois par exemple que l'étude de *polygordius*, bien que cet animal ait simplifié, sera toujours utile à la morphologie des annélides.

Mais laissons cette digression, que je n'ai pu éviter, parce qu'elle nous sera utile plus loin, et revenons à notre question. La nécessité de considérer tous les systèmes organiques et de choisir les formes primitives, s'applique naturellement à chacune des quatre branches indiquées plus haut, soit à la zoologie, à l'embryologie, à l'anatomie comparée et à la paléontologie.

Il sera convenable à présent, d'indiquer quelle importance doit assigner chacune de ces sciences. Nul doute que chacune peut contribuer

---

(1) Les principales causes de la dégénération sont la vie sédentaire et le parasitisme. A la vie sédentaire on peut joindre celle dans la boue, sous une couche plus ou moins grande d'eau, et celle dans le terrain qui reste humide, soit parce qu'il est couvert de pierres qui n'ont pas été remuées de longtemps, soit parce qu'il est au voisinage de l'eau, etc. On trouve dans ces localités, outre les animaux adaptés à la vie libre dans l'eau ou dans l'air, qui y cherchent un refuge temporaire ou qui y trouvent leur proie, une série d'autres formes qui y passent leur vie et qui pour cette raison sont adaptées pour vivre seulement dans ces conditions. C'est parmi ces dernières que nous devons chercher les parents les plus proches et les moins transformés de nos animaux terrestres, les anneaux de conjonction entre les formes aquatiques et les terrestres, les formes qui tendent à devenir terrestres, et enfin celles qui ont tenté en vain de le devenir et pour cela même se maintiennent dans des conditions primitives. Tout cela est en harmonie avec les données géologiques, d'après lesquelles les animaux étaient une fois tous aquatiques, et puis peu à peu, en partie, s'adaptèrent à la vie terrestre. Les faits correspondent exactement à ces inductions théoriques. Dans la terre plus ou moins humide, nous trouvons beaucoup de formes primitives.

puissamment à atteindre le but que se propose la morphologie. Nous assistons pourtant aujourd'hui à la prédominance de l'une d'elles: l'embryologie, et c'est justement sur ce point que je tiens à m'arrêter un instant. Après que, surtout par l'œuvre de Fritz Müller, on accepta et on divulga l'hypothèse d'Oken, que l'embryologie répète la phylogénie, l'intérêt pour l'embryologie augmenta grandement, et nombreux furent ceux qui s'y dédièrent, pour le plus grand avantage de la morphologie, qui acquit par elle les traces certaines d'une histoire qui manque dans les archives paléontologiques et paraissait irrémissiblement perdue. De là vint très naturellement l'espérance de pouvoir tout éclaircir par l'embryologie, et un grand enthousiasme pour cette science, enthousiasme qui a bien ses raisons, si l'on considère que certains organes existant dans la jeunesse disparaissent à l'âge adulte (par exemple la corde dorsale des ascidies) sans laisser aucune trace. Si grands que soient ces triomphes, ils ne peuvent nous faire oublier les insuccès, venant surtout de ce que l'ontogénie répète souvent la phylogénie en la raccourcissant par trop (citons un exemple: la petite partie des arcs branchiaux qui apparaît dans l'embryon des mammifères); ou bien la répète d'une manière très altérée (qu'on se rappelle les grandes modifications produites dans la formation des feuillets par la présence du vitellus). L'ontogénie peut aussi ne pas respecter le époques (formation de l'appareil trachéal chez les insectes supérieurs), ou encore ne pas tenir compte de la parité ou de l'imparité: le ganglion supra-œsophagien de la *Moina* prend naissance sous forme d'un épaississement médian, impair, tandis que chez les autres arthropodes il commence sous forme de deux épaississements, un à droite, l'autre à gauche; le phénomène de la *Moina* se répète encore chez les ptéropodes, tandis que chez les autres mollusques le développement se fait à peu près comme chez les autres arthropodes. En outre, l'embryologie est une matière qui, dans un certain sens, est plus maniable que la cire et se prête à recevoir les empreintes les plus variées. Je m'explique: un embryon pendant son développement présente d'innombrables changements de forme, aussi n'est-il pas difficile de rencontrer un stade qui réponde aux conceptions théoriques de l'observateur; si celui-ci le surprend et l'admet comme principal, il pourra facilement y appuyer son hypothèse, d'autant plus qu'il n'est pas rare que les lignes soient peu accentuées, parce que la transformation continue. Dans ce sens l'anatomie comparée est bien plus solide, parce qu'elle ne se prête pas à tant d'interprétations. Il est vrai que l'anatomie peut courir le



risque de déclarer homologues deux organes qui ne le sont pas en réalité, induite en erreur par le manque actuel des formes intermédiaires, entre les deux animaux à qui appartiennent les organes en question. D'autre part l'embryologue court le risque de prendre pour un stade phylogénitique ce qui n'est qu'une adaptation embryonnaire. Les difficultés indiquées, amplement confirmées par une longue expérience, auraient peut-être dû modérer un peu l'enthousiasme des embryologues; mais cela n'est pas arrivé, et l'opinion encore dominante est que l'anatomie comparée devra de plus en plus se limiter à peser les problèmes, tandis que leur exacte compréhension et solution sera l'œuvre de l'embryologie (1). Cela est vrai dans certains cas, mais en faire un axiome, une méthode, me paraît une exagération, si je ne me trompe fortement. La substitution des organes, comme l'a splendidement démontré Kleinenberg, est un phénomène très intéressant, qui échappe à l'anatomie comparée; mais il ne faut pas de trop agrandir son importance. J'arrive à cette conclusion justement par les insectes, invoqués comme un objet précieux pour prouver la valeur des substitutions d'organes. J'admets que chez les insectes supérieurs les substitutions sont à l'ordre du jour, mais si nous donnons trop de valeur à ces substitutions, nous arriverons à nier des homologies sur la réalité desquelles personne n'ose douter. Ainsi, par exemple, il y a des substitutions entre le système nerveux de la larve et celui de l'adulte des lépidoptères, des diptères, etc. Mais pourrions-nous déduire de ce fait qu'il n'existe pas d'homologie entre le système nerveux de la larve et celui de l'insecte adulte? Alors le système nerveux de l'orthoptère adulte ne pourrait être homologue à celui du lépidoptère ou du diptère adultes, puisqu'il n'y a certainement pas de substitution entre le système nerveux de l'orthoptère adulte et celui de sa larve. Est-il possible que l'embryologie arrive à faire croire que le cerveau des orthoptères n'est pas homologue à celui des lépidoptères? En résumé je crois que, dans l'appréciation des substitutions, il faut être très prudent et se rappeler toujours que la loi de la variation s'impose à chaque époque de la vie et pas seulement à la période adulte; il faut tenir compte de la physiologie de l'embryon; il faut surtout apprécier les adaptations em-

(1) Il suffit de dire que cette opinion est soutenue par KLEINENBERG dans son classique et très original travail: *Die Entstehung des Annelids*, etc. — Zeitsch. f. wiss. Zoologie, 1886.

bryonnaires; en somme il faut éviter de croire que la phylogénie soit répétée exactement par l'ontogénie (1). Cela équivaldrait à croire que l'histoire de Tite Live devrait être acceptée comme une exposition de faits fidèles et indiscutables, comme une histoire vraie!

D'autre part, dans beaucoup de cas les substitutions peuvent être exclues à priori. Ainsi le travail de Ruge (2) sur les muscles de la face est un travail de pure anatomie comparée, auquel, selon moi, l'embryologie ne pourra rien enlever d'essentiel. En résumé, je dirai qu'à mon avis l'embryologie est un puissant auxiliaire pour la morphologie, mais qu'il n'est pas besoin de croire que ce soit un passe-partout bon pour ouvrir toute serrure. Seule elle est insuffisante, comme seules sont insuffisantes la zoologie, l'anatomie et la paléontologie. Toutes ces quatre sœurs doivent être associées pour fonder une bonne hypothèse. Le morphologue doit classer et harmoniser leurs réponses de façon à déterminer la position d'un rameau donné de l'arbre généalogique. Il se trouve presque dans les conditions de celui qui voudrait reconstruire un château moyen-âge typique, avec les restes de ces châteaux qui se trouvent épars çà et là en Italie. Il devrait examiner tous les restes et tantôt se servir de ceux d'un château, tantôt de ceux d'un autre, selon que le point de reconstruction est conservé dans l'un et dans l'autre. Parce que les lacunes que nous rencontrons dans les sciences en question ne sont pas régulières, mais bien (pour autant que nous pouvons le savoir), fortuites, comme dans la comparaison avec le château, on comprend que dans certains cas l'on doive faire plus attention à l'une qu'à l'autre science.

---

(1) Par la théorie des substitutions, on voudrait encore expliquer la persistance des organes rudimentaires qui serviraient comme Vermittelungsorgane: « auf die Anregung oder mit Hilfe des späteren rudimentären Organes treten in Embryo die bleibenden Theile hervor u. werden in ihrer Entwicklung geleitet » (Kleinenberg, l.c.). J'avais aussi supposé qu'il en était ainsi, en étudiant le développement de la colonne vertébrale des poissons, chez lesquels se produisent des substitutions remarquables, mais avant d'achever cette étude, je changeai d'avis, parce que cette supposition ne me parut pas concorder avec les faits que je rencontrais. Ainsi l'hypothèse en question n'expliquait pas pourquoi tous les arcs vertébraux en tous les Téléostiens se préforment plus ou moins complètement en cartilage, à l'exception d'un certain nombre de ceux des Cyprinoïdés. Un des motifs de la disparition ou de la permanence des organes rudimentaires, doit être cherchée, peut-être, dans la rapidité plus ou moins grande du développement (l'œuf des Cyprinoïdés se développe très rapidement).

(2) *Untersuch. ü. die Gesichtsmuskulatur der Primaten*. Leipzig, 1887.

Nous avons cherché jusqu'à présent à nous rendre compte d'une partie des divergences qui existent entre les morphologistes. Une autre partie devient assez claire si l'on tient compte des diverses théories admises pour expliquer la descendance. La plupart se basent encore sur les avantages que présentent les divers organes dans la lutte pour l'existence. Il en est peu encore qui commencent à appliquer les nouvelles théories qui ont surgi sur les ruines des théories darwiniennes, en faisant ressortir l'importance de la lutte des différentes parties de l'organisme (lutte basée sur le principe que le stimulant fonctionnel agit aussi comme stimulant tropique); et l'importance encore plus grande des causes internes (idioplasme). Naturellement, selon que l'on adopte la première, la seconde ou la troisième de ces théories, l'apparition de nouveaux organes sera expliquée différemment, ainsi que le perfectionnement de ceux déjà existants. Il en résulte de graves différences dans l'appréciation des faits spéciaux.

Toutes les divergences indiquées ressortent vivement quand il s'agit de donner une valeur absolue à l'*homologie*. C'est pourquoi ce terme menace d'avoir une histoire comme celle du terme *espèce*. Le Darwinisme une fois introduit, il semblait que l'on allait pouvoir donner à l'homologie une valeur absolue, mais les faits vinrent bientôt démontrer qu'il s'agissait seulement d'une apparence. Strictement parlant on ne devrait appeler homologues que les organes qui dans des formes prochaines parentes ont une même origine, venant *du même feuillet germinatif*, dans un *point semblable* par rapport aux autres organes, et d'une *manière semblable*. Mais alors il resterait bien peu d'homologies et beaucoup des plus indubitables disparaîtraient si l'on voulait user d'une telle rigueur pour les fixer: l'homologie des glandes génitales des insectes disparaîtrait et probablement encore l'homologie de la corde dorsale dans les divers groupes des vertébrés. Même en admettant deux feuilletts germinatifs au lieu de trois (1), bien

(1) Je ne sais pas bien voir les avantages qui résulteraient de la suppression du mésoderme, spécialement chez les animaux supérieurs. Il me paraît que tout contraire à démontrer fondée l'hypothèse de Balfour, que le mésoderme est une formation secondaire tardive, purement embryologique, une adaptation embryonnaire analogue dans la philogénie et en rapport au contraire avec la tendance générale de l'ontogénie d'abréger la philogénie. Si l'on n'admet pas le mésoderme dans les insectes, on tombe dans un chaos horrible, parce que l'altération de la philogénie est telle que le mésoderme apparaît le premier, et de lui se développe

des difficultés ne seraient pas écartées. En résumé je crois que dans quelques cas très rares, on peut même admettre une homologie, sans qu'il y ait aucune des conditions indiquées; de la même manière qu'il peut y avoir un déplacement d'un organe pendant son développement (p. ex.: si l'on considère la lèvre inférieure des insectes), de même un organe peut naître déjà déplacé; l'homologie n'en existe pas moins, il faut seulement rendre vraisemblable la possibilité d'un déplacement; ce que je dis pour le déplacement est aussi vrai pour les rapports avec les autres organes, pour le mode de développement, etc.

J'ai par là admis que l'homologie doit avoir une valeur très large, mais je tends encore, avec plusieurs auteurs, à l'agrandir davantage, ou plus exactement je crois que l'on doit tenir compte d'une autre sorte de comparaisons, que j'appellerais *convergences* (1). Je dénommerais ainsi la répétition de certaines dispositions organiques, dans une classe, dans un ordre, dans une famille, dans un genre, sans que ces organes soient entre eux homologues. Est-il besoin d'un organe de la vue chez un arthropode aveugle? L'idioplasme tend à le former sur le type de l'œil des arthropodes, c'est-à-dire comme et là où l'animal le possédait avant de devenir aveugle, par exemple un œil composé, près des antennes. Un insecte a-t-il besoin d'un organe protecteur de la surface du corps et réglant la respiration cutanée? Il se forme des écailles; qu'on se rappelle les écailles des collembolés, des thysanoures, des arachnocéphales, de certains diptères, des lépidoptères, etc. Les circonvolutions cérébrales des mammifères se sont formées indépendamment dans de différents ordres. L'œil des mollusques est caractérisé en ce que la rétine et la couche pigmentaire forment une vésicule, la vésicule oculaire (Bütschli): cette caractéristique se rencontre aussi bien dans les yeux de la tête du mollusque céphalophores que dans ceux du manteau du *Pecten*. Le squelette cutané des divers groupes de vertébrés est convergent. Pour adapter entièrement à la vie aquatique certains mammifères (cétacés), la nature, s'il m'est permis de m'exprimer ainsi, les a modifiés en sorte, qu'ils possèdent beau-

l'entoderme, ou si l'on veut, il se forme un feuillet que l'on peut définir *més-entodermique*, duquel se développera plus tard le mésoderme et l'entoderme (Voir mon mémoire sur les abeilles).

(1) Des raisonnements, pas beaucoup différents, ont été déjà avancés par Vogt, Giard, Lankester, Palmen, Macalister, etc. (Voir l'œuvre ci-dessus citée de Fürbinger). Fürbinger propose pour les convergences la dénomination *Isomorphie*.

coup d'organes propres aux vertébrés inférieurs, qui sont adaptés à la vie aquatique (ainsi la nageoire dorsale, un organe qui paraît sans fonction importante chez la majorité des poissons) (1).

J'ai cité quelques exemples pour éclairer mon idée, je pourrais en ajouter beaucoup d'autres, mais je ne le ferai pas, parce que le lecteur peut les trouver lui-même sans difficulté. En résumé, une fois que l'on admet les causes internes, il me semble que les convergences méritent une attention toute spéciale. Je crois qu'elles expriment un certain degré de parenté entre les organismes et qu'elles trouvent quelque analogie dans l'homonomie et l'homodynamie. Elles nous permettent d'expliquer l'apparition d'un même organe chez des formes qui ne sont pas étroitement apparentées. Elles nous permettent d'admettre que deux classes sont monophylétiques, bien qu'un organe donné manque dans les formes simples de l'une ou des deux classes, et sans devoir supposer pour cela que les formes simples sont dégénérées. Je sais très bien que le principe de la convergence se prête à beaucoup d'abus, mais cet inconvénient est propre à beaucoup de choses qui pourtant sont bonnes.

Ces prémisses m'ont guidé dans l'élaboration de ce mémoire, qui se trouverait gravement défectueux, au cas où elles ne seraient pas exactes. J'espère toutefois qu'il me sera pardonné, à cause des nombreux faits que j'ai découverts chez les divers thysanoures, petits animaux qui presque tous se prêtent mal aux recherches anatomiques, et qui en général ne se trouvent pas sans beaucoup de fatigue, ou même sont réellement rares (*Nicoletia*, *Lespismina*).

(A suivre).

1 ALBRECHT note que chez les dauphins « sind Reste eines auf die grossen Bogen des Zungenbeins folgenden Kiemenbogen gesehen worden ». — Anat. Anz., n. 11, 1896.

## *L'oxydation de la pyrocatechine dans l'organisme*<sup>(1)</sup>

NOTE des D<sup>rs</sup> G. COLASANTI et R. MOSCATELLI.

Pour contrôler la quantité appréciable de pyrocatechine que l'on retrouve dans l'urine des lapins affectés de rage expérimentale (2), nous administrâmes à quelques animaux (cobayes, lapins, chiens, chats) des quantités déterminées de ce corps, sûrs que, non oxydé dans l'organisme, il serait renvoyé par les reins. En opérant de cette manière nous espérions obtenir cette urine spéciale et caractéristique sur laquelle W. Epstein et J. Müller (3) ont, les premiers, appelé l'attention.

En effet, selon Baumann (4), à la suite de l'ingestion de la pyrocatechine, les acides sulfo-conjugués augmenteraient dans l'urine, et, en acidifiant la sécrétion, on pourrait réextraire des traces de ce corps au moyen de l'éther.

Plus tard, le même Baumann, de concert avec Herter (5), répétant la recherche, aurait trouvé qu'en administrant la pyrocatechine par la bouche, celle-ci traverse en grande quantité l'organisme et se ré-elimine inaltérée avec l'urine.

Dernièrement, De Jonge (6) a essayé de calculer la quantité exacte

(1) *Bullettino della R. Accademia Medica di Roma*. Fasc. IV, 1888.

(2) COLASANTI e MOSCATELLI, *L'orina nella rabbia sperimentale*. — Communication à l'Académie Royale de médecine de Rome dans la séance du 27 février 1887.

(3) W. EPSTEIN und J. MÜLLER, *Brenskatechin in dem Urin eines Kindes*. — *Virchow's Archiv*. Bd. LXII, p. 554.

(4) BAUMANN, *Ueber Solfosäure im Harn*. — *Bericht. d. d. chem. Gesellschaft*. Bd. IX, p. 57, 1876.

(5) BAUMANN und HERTER, *Ueber die Synthese von Aetherschwefelsäuren und das Verhalten einiger aromatischer Substanzen im Thierkörper*. — *Zeitschr. f. physiol. Chemie*. Bd. I, p. 240.

(6) DE JONGE, *Weitere Beiträge ueber das Verhalten des Phenols im Thierkörpers (Ausscheidung des Brenskatechins)*. — *Zeitschr. f. physiol. Chemie*. Bd. III, p. 184.



de pyrocatechine nécessaire pour qu'elle sorte inaltérée de l'organisme ou qu'elle en disparaisse en s'oxydant. En mêlant à la nourriture des lapins milligr. 1-3 du dit corps, il ne reparaît pas dans la sécrétion des reins, mais il s'y montre y produisant une réaction sensible, si la dose a été de milligr. 4-5, et très manifeste, si elle a été de milligr. 10.

L'auteur en conclut que l'organisme des lapins ne laisse pas disparaître complètement milligr. 4 de pyrocatechine et que les combinaisons aromatiques, quoique de facile oxydation, pourvu toutefois qu'elles soient en très petite quantité, peuvent échapper au processus d'oxydation lui-même.

Or, les choses étant ainsi, on apprend qu'un corps facilement oxydable comme la pyrocatechine, même à doses minimales, dans l'organisme des lapins, échapperait à ce processus. Mais, n'ayant pu constater un semblable fait dans nos premières recherches sur la métamorphose régressive dans la rage expérimentale, et d'autre part, voulant voir s'il se vérifierait identiquement chez les différents animaux, et si la pyrocatechine se comporterait de la même manière en l'introduisant dans le corps par voies diverses (ingestion, injection hypodermique), nous avons entrepris les recherches suivantes.

Sachant par les expériences de Preusse (1) que toute trace de pyrocatechine disparaît de l'urine des lapins, lorsque, pendant un certain temps, ils sont tenus à une diète lactée exclusive, nous avons soumis au même régime les animaux employés dans nos expériences.

#### EXPÉRIENCES. — Série I.

*Recherche I.* — 24, 3, 87. Midi. Cobaye du poids de kil. 0,493. Injection sous-cutanée avec la seringue de Pravaz, de gr. 0,05 de pyrocatechine de la fabrique de Théodore Schuchardt de Gœrlitz: l'animal supporte bien l'opération.

Dans les premières 24 heures il émet 50 cc. d'urine claire, acide (2), qui, laissée librement à l'air, ne brunit pas, même si au préalable elle est battue avec de la potasse caustique. Concentrée et préparée selon la méthode d'Epstein et Müller, la réaction par le perchlorure de fer est négative.

(1) PREUSSE, *Ueber die Entstehung des Brenzkatechins im Thierkörper.* — *Zeitschr. f. physiol. Chemie.* Bd. II, p. 329.

(2) L'acidité est due à la diète lactée (Cl. Bernard).

*Recherche II.* — 25, 3, 87. L'animal est tenu en repos, l'urine toujours acide ne se brunit pas à l'air.

*Recherche III.* — 26, 3, 87. L'alimentation habituelle continue. A midi 30 injection hypodermique de pyrocatechine gr. 0,05. Cinq minutes après l'opération l'animal est pris de mouvements convulsifs très fréquents.

A midi 50 les convulsions commencent à diminuer graduellement et à 1 h. 5 du soir elles cessent tout à fait.

*Recherche IV.* — 27, 3, 87. Urine acide, à l'air aucun brunissement.

*Recherche V.* — 28, 3, 87. 9 h. 25 du matin. Nous servant toujours du même cobaye, tenu à une diète lactée constante, après 22 heures nous avons fait une nouvelle injection de gr. 0,02 et après 24 heures une autre de gr. 0,05 de pyrocatechine.

*Recherche VI.* — 29, 3, 87. 11 heures du matin. On répète les mêmes injections. L'urine des recherches III, IV, V et VI recueillie successivement et mêlée, mesure 210 cc. Elle a une couleur jaune sale, elle réagit acide. Préparée avec la méthode de Hoppe-Seyler (1) chaque réaction de la pyrocatechine est négative.

*Recherche VII.* — 30, 3, 87. 10 heures du matin. On répète l'injection hypodermique de gr. 0,1 de pyrocatechine. Presque subitement après l'opération l'animal est pris de forts tremblements, de frissons et de convulsions qui durent une heure environ. Nous croyons que ce trouble de la moelle épinière peut être comparé à celui que P. Bert, Jolyet (2) et Salkowski (3) ont observé par rapport à l'action du phénol sur l'organisme.

Dans les 24 heures successives on recueille 50 cc. d'urine, claire, acide. Laissée à l'air elle se brunit, préparée comme l'indique De Jonge (4) on obtient une sensible réaction de pyrocatechine.

#### EXPÉRIENCES. — Série II.

Nous devons faire remarquer que les lapins se prêtent peu à ce genre de recherches. Ils ne boivent pas spontanément le lait, que l'on est obligé de leur introduire dans l'estomac au moyen d'une pompe gastrique. Très peu supportent cette nourriture. En effet, ces animaux

(1) HOPPE-SEYLER, *Physiologisch. und pathologisch. chemischen Analyse*, p. 197. Berlin, 1883.

(2) P. BERT et JOLYET, *De l'action toxique de l'acide phénique*. — Mémoires de la Soc. de Biologie, année 1870, p. 63.

(3) SALKOWSKI, *Ueber die Wirkung und das chemische Verhalten des Phenols (Carbolsäure) im thierischen Organismus*. — Pflüger's Archiv. Bd. V, p. 335.

(4) DE JONGE, loc. cit., p. 184.

commencent à ressentir des troubles intestinaux très graves, leurs excréments deviennent blanc-crayeux, visqueux, semi-liquides et enfin complètement diarrhéiques. Très souvent ils vomissent, et la nutrition est profondément troublée par tous ces accidents, comme le prouve leur rapide et progressif amaigrissement et la mort qui, fréquemment, atteint le plus grand nombre. Dans ces expériences nous avons pu constater que des lapins du poids de kil. 3-4 perdaient rapidement, en peu de jours de diète lactée, kil. 1-1,500 et même jusqu'à kil. 2.

*Recherche VIII.* — Un lapin de garenne du poids de kil. 2,100 nourri exclusivement de lait est le sujet des recherches suivantes. Le 2, 4, 87. 8 heures du matin. Nous injectons sous la peau gr. 0,1 de pyrocatechine. L'animal ne manifeste point de troubles de la moelle épinière, ni d'autres symptômes d'empoisonnement. L'urine recueillie dans les heures qui suivent l'injection est acide, jaune-grisâtre, elle ne brunit pas à l'air.

*Recherche IX.* — 3, 4, 87. Au même lapin, dans l'intervalle de 24 heures (9 h. 20 du matin), on fait une seconde injection de gr. 0,2 et à midi une troisième de gr. 0,3 de pyrocatechine. Aucun trouble appréciable. Dans les 48 heures successives on recueille 145 cc. d'urine acide, un peu trouble, qui ne brunit pas à l'air et qui, préparée avec la méthode de Baumann (1), ne présente pas même de traces de pyrocatechine. Nous suspendîmes nos expériences sur cet animal à cause de son dépérissement bientôt suivi de mort.

*Recherche X.* — 15, 4, 87. 2 heures après midi. Lapin gris. Poids, kil. 2,500. Nutrition lactée pendant huit jours avant de pratiquer la première injection. Pyrocatechine administrée par voie hypodermique, gr. 0,01.

L'urine des 24 heures successives examinée avec la méthode de De Jonge donne un résultat négatif.

*Recherche XI.* — 16, 4, 87. On répète l'injection: pyrocatechine, gr. 0,05. L'urine recueillie après l'opération ne brunit pas à l'air. Résultat négatif comme dans la recherche X.

*Recherche XII.* — 17, 4, 87. On répète l'injection de gr. 0,1 de pyrocatechine. Quelques convulsions qui durent 20 minutes. Urine des 24 heures successives, brunâtre, essayée avec la méthode de De Jonge

---

(1) BAUMANN, *Ueber das Vorkommen von Brenskatechin im Harn.* — Pflüger's Archiv. Bd. XII, p. 63.

on obtient un résultat positif, c'est-à-dire qu'au moyen du sesquichlorure de fer on a la réaction manifeste qui indique la présence de la pyrocatechine.

*Recherche XIII.* — 20, 4, 87. Le lapin, tenu à une diète lactée exclusive, maigrit journellement, il a perdu kil. 1 de son poids.

Injection sous-cutanée de pyrocatechine de gr. 0,15. L'opération subie, l'animal est pris de violentes convulsions. Urine successive, claire, acide. Essayée avec la méthode de De Jonge, résultat négatif.

L'animal est très abattu. Il meurt le jour qui suit l'opération, par suite de graves lésions gastro-intestinales. L'urine contenue dans la vessie (cc. 5) acide, claire, ne brunit pas à l'air (1).

#### EXPÉRIENCES. — Série III.

Nous appuyant sur les recherches de Baumann (2) qui a expérimenté que toute trace de pyrocatechine disparaît de l'urine du chien, alors qu'on le nourrit exclusivement de viande, nous avons soumis nos animaux d'expérimentation à cette nourriture exclusive.

*Recherche XIV.* — 1, 5, 87. 11 heures du matin. A un petit chien loup du poids de kil. 4, tenu pendant trois jours à une abondante diète carnée, nous injectons sous la peau gr. 0,05 de pyrocatechine. Aucun trouble apparent. L'urine des 24 heures suivantes est acide, peu colorée, ne brunit pas à l'air. Examinée avec la méthode de De Jonge elle ne présente pas de trace de pyrocatechine.

*Recherche XV.* — A un jour d'intervalle on répète l'injection de gr. 0,1 de pyrocatechine. Aucun trouble apparent.

Urine des 24 heures qui suivent l'opération cc. 280, claire, acide, ne brunit pas à l'air; examinée comme le conseille Baumann, résultat négatif.

*Recherche XVI.* — 5, 5, 87. 2 heures du soir. On répète l'injection de gr. 0,2 de pyrocatechine. Aussitôt après l'opération, forts frissons, tremblements, l'animal se tient difficilement sur ses pattes. Une heure après, tout a cessé et le chien se retrouve dans les conditions normales. Urine des 24 heures suivantes 230 cc., neutre, légèrement trouble, ne brunit pas à l'air. Analysée comme plus haut, résultat négatif.

(1) Nous ne rapportons pas les recherches faites sur d'autres lapins, parce qu'ils périrent presque tous, dans un temps plus ou moins bref, à la suite de lésions gastro-intestinales, occasionnées par la nutrition lactée.

(2) BAUMANN, Pflüger's Archiv, p. 67.

*Recherche XVII.* — 7, 5, 87. A la même heure on répète la même injection. Aucun trouble apparent. Urine des 24 heures suivantes cc. 170, alcaline. Examinée avec la méthode de De Jonge, ne présente pas trace de pyrocatechine.

*Recherche XVIII.* — 9, 5, 87. 9 heures du matin. Après un jour de repos on pratique une injection de gr. 0,3 de pyrocatechine. Fortes convulsions.

Urine des 24 heures cc. 300, neutre, brunâtre, examinée avec la méthode De Jonge on a un résultat positif. Le perchlorure de fer donne une réaction très manifeste qui indique la présence de la pyrocatechine.

#### EXPÉRIENCES. — *Série IV.*

*Recherche XIX, XX.* — 19, 5, 87. 9 heures du matin. Le sujet de la quatrième série de nos recherches est un petit carnivore, un jeune chat du poids de kil. 1. Après l'avoir nourri exclusivement de viande pendant trois jours, nous lui injectons sous la peau, gr. 0,05 de pyrocatechine, au moyen de la seringue de Pravaz. Dans les premières 24 heures après l'opération il émet cc. 40 d'urine acide, trouble, brunâtre.

Le 21, 5, '87 on répète la même injection et on recueille, comme le jour précédent, la sécrétion rénale qui est de cc. 28. L'urine des deux expériences mêlée et examinée avec la méthode de De Jonge ne dénote pas la présence de la pyrocatechine.

*Recherche XXI.* — 23, 5, 87. Injection de gr. 0,1 de pyrocatechine.

Fortes convulsions pendant la durée de 2 heures. Urine du jour suivant (cc. 55) neutre, brunâtre. A l'air, le brunissement augmente et acquiert la couleur de la bière brune de Bavière. Analysée avec la méthode de De Jonge on obtient un résultat positif, l'extrait éthéré acquérant une couleur verte avec le perchlorure de fer et violette avec l'adjonction du carbonate d'ammonium.

## RÉSUMÉ DES RECHERCHES

N° d'ordre de la recherche	Sujet de la recherche	Dose de la pyrocatechine injectée	Résultat de la recherche	OBSERVATIONS
1	Cobaye	Gr. 0,05	Négatif	—
2	»	—	—	—
3	»	» 0,05	Négatif	Convulsions
4	»	—	—	—
5	»	» 0,02 » 0,05	Négatif	9 h. 25 matin midi
6	»	» 0,02 » 0,05	»	10 h. matin midi
7	»	» 0,15	Positif	Convulsions
8	Lapin	» 0,1	Négatif	
9	»	» 0,2 » 0,2	»	9 h. 10 matin midi
10	»	» 0,01	»	Dépérissement sensible
11	»	» 0,05	»	
12	»	» 0,01	Positif	Convulsions
13	»	» 0,15	Négatif	Dépérissement sensible
14	Chien	» 0,05	»	
15	»	» 0,1	»	
16	»	» 0,2	»	Convulsions
17	»	» 0,2	»	
18	»	» 0,3	Positif	Convulsions
19	Chat	» 0,05	Négatif	
20	»	» 0,05	»	
21	»	» 0,1	Positif	Convulsions

Pour nous assurer de la justesse de nos recherches, nous avons voulu essayer la sensibilité de la réaction de la pyrocatechine avec le perchlorure de fer (1). Nous avons pu déterminer que gr. 0,0001 de pyrocatechine, dissoute dans 1 cc. d'eau distillée avec l'adjonction de quelques gouttes de la solution de perchlorure de fer, donne un verdissement très marqué et que gr. 0,00001 du même corps, dissous dans la même quantité d'eau, donne une réaction très faible, mais cependant toujours reconnaissable.

Des recherches que nous venons de décrire il résulterait que la pyrocatechine comme le phénol, à certaines doses, agit sur la moelle épinière, ainsi qu'on le constate par les convulsions qui se produisent aussitôt après les injections hypodermiques de ce corps ;

que les lapins se prêtent peu à ces expériences, étant donné qu'ils ne supportent pas, sans troubles graves, la nutrition lactée ;

que la pyrocatechine échappe au processus d'oxydation, seulement lorsqu'elle est en doses capables de produire les symptômes d'un empoisonnement ;

que les cobayes la tolèrent jusqu'à gr. 0,15, les lapins gr. 0,01, les chiens gr. 0,3, et les chats gr. 0,1 ;

que, sans infirmer les recherches des auteurs qui nous ont précédés, nous devons tenir comme certain que la pyrocatechine, par rapport à l'oxydation, se comporte différemment, selon qu'elle est injectée sous la peau ou introduite dans l'estomac.

La manière différente de se comporter du corps sus-mentionné a de l'analogie avec la taurine qui, comme on le sait par l'expérience de Salkowski (2), agit différemment selon le mode avec lequel est administrée. En effet, dans les lapins, la taurine injectée sous la peau traverse l'organisme sans subir d'altération et *in toto* est renvoyée par les reins ; si au contraire elle est introduite dans l'estomac, une partie passe sans se modifier dans l'urine, tandis que la masse principale, s'oxydant, se réélimine sous forme d'acide sulfurique.

1) Eau 10, sesquichlorure de fer de la Ph. G. 1.

2) SALKOWSKI, *Ueber die Bildung der Schwefelsäure und des Harnstoffs und des Verhalten des Taurins im Thierkörper*. — Bericht der deutsch. chem. Gesellsch. Bd. V, pp. 637-39, 1872.

## *L'acide lactique dans le thymus et dans la thyroïde* <sup>(1)</sup>.

NOTE de M. R. MOSCATELLI.

L'acide lactique fut trouvé dans le thymus et dans la thyroïde par Gorup-Besanez (2), mais comme jusqu'à présent nous n'avons pas de données exactes qui nous fassent connaître lequel des trois acides lactiques de l'organisme existe dans ces organes, j'ai cru utile de faire des recherches dans ce but.

Pour isoler l'acide lactique, j'ai employé, sauf de légères modifications, la méthode de Hoppe-Seyler (3).

A. De kil. 2,500 de thymus de veau j'ai extrait un acide dont le sel de  $Zn$  cristallisait en prismes microscopiques réguliers de différentes grandeurs, semblables aux cristaux de paralactate de zinc décrits par Wislicenus (4). Ces cristaux étaient presque insolubles dans l'alcool absolu et solubles dans 17,5 parties de  $H_2O$  à  $+15^\circ$ . Mis à sécher dans l'étuve à  $+110^\circ$ — $120^\circ C.$ , gram. 0,24 de substance perdirent gram. 0,03 de  $H_2O$ , ce qui correspond à un contenu d'eau de 12,5 pour 100. Le paralactate de  $Zn$  contient 12,9 pour 100 de cristallisation (5).

B. Le paralactate trouvé dans la thyroïde (kil. 3,00) était soluble dans 17,5 parties de  $H_2O$ . Gram. 0,423 de substance perdirent en séchant gram. 0,054 de  $H_2O$ . Cette perte correspond à un contenu de  $H_2O = 12,765$  pour 100.

Enfin le paralactate de  $Zn$  fut mêlé avec un peu de S en poudre et calciné dans un petit creuset de porcelaine dans lequel je fis passer un courant de H, d'autant plus qu'à la présence de l'air se développe  $H_2S$  et le sulfure restant contient  $ZnO$ . Je laissai refroidir et je pesai.

(1) *Bullettino della R. Accademia Medica di Roma*. Anno XIV, 1887-88, fasc. 4.

(2) E. v. GORUP-BESANEZ, *Ueber die chemischen Bestandtheile einiger Drüsen-säfte*. — *Annal. d. Chemie u. Pharmacie*, vol. XCVIII, p. 1.

(3) HOPPE-SEYLER, *Handbuch de physiolog. u. pathol. chem. Analysen*. 5<sup>e</sup> édition, p. 109.

(4) WISLICENUS, *Ueber die optisch-active Milchsäure des Fleischflüssigkeit, die Paramilchsäure*. — *Annal. d. Chem. u. Pharmacie*, 1873, vol. CLXVII, p. 309.

(5) HOPPE-SEYLER, l. cit., p. 105.



Gram. 0,663 de substance donnèrent gram. 0,165 de  $Z_n = 24,884$  de  $Z_n$  pour 100.

Tant l'eau de cristallisation que le poids du  $Z_n$  font admettre que l'acide contenu dans le thymus et dans la thyroïde est l'acide paralactique.

Ces recherches acquièrent une valeur physiologique d'autant plus grande que Hirschler (1) lui aussi, a trouvé récemment que l'acide lactique contenu dans les glandes lymphatiques, lesquelles ont, comme la rate, des rapports anatomo-physiologiques avec le thymus et la thyroïde, est l'acide paralactique.

## *Contribution à l'histogénèse de l'écorce cérébelleuse (2).*

NOTE de MM. G. BELLONCI et A. STEFANI.

Il est connu depuis plusieurs années que la couche moléculaire du cervelet embryonnaire des mammifères et des oiseaux est occupée par des noyaux (couche nucléaire externe) qui disparaissent presque tous plus tard et qui sont remplacés par la substance moléculaire (Hess (3), Obersteiner (4), Boll (5), Denissenko (6), Lubimoff (7)).

(1) HIRSCHLER, *Zur Kenntniss der Milchsäure in thierischen Organismus*. — *Zeitschr. f. physiol. Chemie*. Bd. XI, p. 41, 1887.

(2) Lu à l'Académie de Ferrare dans la séance du 5 juillet 1886.

(3) HESS, *De cerebelli gyrorum textura disquisitiones microscopicae*. Dorpat, 1858.

(4) OBERSTEINER, *Untersuchungen über die Rinde des kleinen Gehirnes*. — *Mittheilg. d. k. Ak. Wien*, 1870.

(5) BOLL, *Histologie und Histogenese der nervösen Centralorgane*. — *Arch. f. Psychiatrie*. B. IV, 1873.

(6) DENISENKO, *Zur Frage über den Bau der Kleinhirnrinde*. — *Arch. für Anat. u. Anatomie*. Bd. XIV, 1877.

(7) LUBIMOFF, *Embryologische und histog. Untersuch.* etc. — *Virchow's Arch.* Bd. 60, 1874.

Selon Löwe (1), la première mince couche de substance moléculaire se forme à la surface du germe cérébelleux, avant la véritable couche nucléaire externe. De l'épithélium appartenant à l'épendyme postérieur une couche nucléaire croît ensuite et se superpose à la moléculaire; plus tard, elle se divise en deux couches, puis en trois qui diffèrent entre elles par la transformation progressive des cellules qui les composent en substance moléculaire; cette transformation a lieu en allant de l'intérieur à l'extérieur. La substance moléculaire est formée directement par les cellules qui composent cette couche; leurs corps se fondent en une seule masse pour former la substance moléculaire; les noyaux alignés en files rayonnantes et devenus vésiculaires disparaissent peu à peu. Les fibres à pointe dérivent des cordons de substance-ciment formée par le protoplasme cellulaire, entre les files des noyaux.

Nous avons déterminé quelques points de l'office histogénétique des noyaux externes et quelques particularités de la structure du cervelet dans l'embryon et dans le nouveau-né. Nos recherches ont été faites principalement sur le cervelet du pigeon; cependant nous avons aussi examiné des cervelets de poule et de quelques mammifères (souris, lapin).

#### *Procédé de préparation.*

Pour fixer et durcir, nous avons surtout employé le liquide de Flemming; quelquefois le liquide de Kleinenberg et rarement (dans les stades les plus avancés) le mélange de Müller. Les sections ont été faites presque toutes avec le microtome, après avoir imprégné les pièces au moyen de la paraffine ou de la celloïdine, et les avoir colorées avec le carmin ou l'hématoxyline; plus souvent avec la safranine (de Pfitzner) ou la fuchsine acide.

#### *Résultats de nos recherches.*

1° Quant à l'origine de la couche nucléaire externe nous avons confirmé en grande partie les observations de Löwe sur les rapports qu'elle a avec la strie épendymale du voile médullaire postérieur. Elle croît en effet en avançant depuis cette strie; cependant, selon nous, on ne peut assurer qu'elle dérive des éléments épendymaux; Löwe lui-même n'a parlé d'aucun fait qui prouve une dérivation de ce genre. Il est probable, au contraire, que sa formation vienne en partie aussi des

(1) Löwe, *Anatomie und Entwicklungsgesch. d. Nervensystems*. — Bd. II. Leipzig, 1883.

cellules restées à la périphérie du premier germe du cervelet après l'apparition de la mince couche moléculaire.

2° Avant la formation de la couche nucléaire externe, la couche moléculaire présente quelques cellules disséminées, dont on aperçoit les noyaux allongés en sens transversal et un grand nombre de fibrilles transversales (lapin).

3° Les noyaux de la couche nucléaire externe sont en multiplication active par le moyen des mitoses; ceci a lieu d'abord dans toute l'épaisseur de la couche, puis surtout vers la superficie externe.

4° Quelque temps avant l'apparition des cellules de Purkinje et surtout quand celles-ci sont bien différenciées des éléments qui les entourent, la couche nucléaire externe paraît formée de deux zones: une externe avec des noyaux ronds, l'autre interne qui présente des noyaux allongés transversalement à l'axe du cervelet.

La *zone externe* est toujours très riche de figures caryocinétiques qui ont des axes variables. Les noyaux de cette zone sont rapprochés entre eux, ronds à l'état de repos, avec un nucléole ponctiforme au centre; ils sont entourés d'un peu de protoplasme homogène duquel partent quelques prolongements.

Les noyaux de la *zone interne* sont plus éloignés les uns des autres, surtout dans le voisinage de la couche moléculaire; ils sont éloignés parce que de la substance moléculaire se forme entre eux. Ces noyaux ont une forme ellipsoïdale avec l'axe principal transversal, et ils présentent rarement des figures caryocinétiques; dans les stades avancés ils n'en présentent jamais.

Nous ne saurions dire si chacun d'eux est entouré d'une couche protoplasmique distincte ou s'ils sont simplement plongés dans la substance moléculaire en formation.

Celle-ci est surtout faite de fibrilles transversales. Nous ignorons si ces dernières sont de formation intercellulaire ou intracellulaire.

Dans les préparations, les noyaux les plus profonds de cette couche apparaissent décolorés, de sorte qu'on les voit difficilement; il s'en détruit un grand nombre à mesure que l'épaisseur de la couche moléculaire augmente; les noyaux qui ont résisté s'y trouvent plongés. Nous ne pouvons dire avec précision comment a lieu cette destruction.

La couche externe est donc, par rapport à l'interne, une couche germinale, précisément comme la couche de Malpighi par rapport aux couches supérieures de l'épiderme. Les fibrilles transversales, sur la nature desquelles nous ne voulons pas discuter, doivent être considé-

rées comme une production (intra ou intercellulaire) des cellules auxquelles appartiennent les noyaux allongés de la couche nucléaire.

5° Chez le pigeon, peu de temps avant l'apparition des cellules de Purkinje, quelques cellules se différencient des autres dans la couche nucléaire; elles se colorent d'une manière plus intense et sont pourvues de prolongements très évidents, longs et ramifiés, dont quelques-uns, perpendiculaires à la surface des circonvolutions cérébelleuses, traversent la couche moléculaire en émettant des branches et pénétrant dans la couche nucléaire externe.

Ce fait devient plus manifeste après l'apparition des cellules de Purkinje, c'est-à-dire entre le 12<sup>me</sup> et le 14<sup>me</sup> jour d'incubation, chez le pigeon.

6° Du 14<sup>me</sup> au 18<sup>me</sup> jour d'incubation, la structure de l'écorce du cervelet du pigeon est la suivante (en exceptant quelques parties, car le développement n'est pas partout exactement synchronique): de l'interne à l'externe on trouve: 1° la couche nucléaire externe divisée en a) zone externe avec noyaux ronds et jeunes, et b) zone interne avec noyaux allongés et vieux; 2° la couche moléculaire avec les caractères déjà indiqués; 3° les cellules de Purkinje; 4° la couche nucléaire interne.

Les cellules de Purkinje sont enveloppées par les prolongements lamelleux des cellules ramifiées décrites au n. 5; ceux-ci forment autour de chaque cellule une espèce de capsule qui est remplie par le corps cellulaire, excepté dans la partie profonde où il reste un espace en forme de demi-lune entre la cellule de Purkinje et sa capsule.

Quelques cellules ramifiées dont il vient d'être question se trouvent entre les cellules de Purkinje; cependant le plus grand nombre est au dessous de celles-ci; quelques-unes ont leur noyau dans la couche moléculaire: dans le premier et le dernier cas elles rappellent par leurs fibres perpendiculaires à la surface les fibres de Müller de la rétine.

Les prolongements de toutes ces cellules ramifiées ont une direction plutôt perpendiculaire à la surface des circonvolutions et ils pénètrent en se ramifiant dans la couche moléculaire où ils forment un réseau serré qui s'entrelace avec les fibrilles tangentielles.

Les cellules de Purkinje sont piriformes avec la partie la plus épaisse tournée à l'intérieur et la pointe vers la surface. Là se trouve le gros noyau sphérique. La surface de ce noyau tournée vers l'intérieur est revêtue d'une couche de protoplasme si mince que l'on pourrait par-

fois douter de son existence. De la pointe des cellules commence à apparaître le prolongement protoplasmatique.

Les figures caryocinétiques abondent dans les noyaux qui sont sous les cellules de Purkinje et elles sont rares dans ces dernières.

7° Dans le pigeon nouveau-né, les cellules de Purkinje ont presque toutes la forme définitive: leur protoplasme est très augmenté et leur noyau occupe plutôt le centre que la partie la plus profonde de la cellule.

Un jour ou deux après la naissance, le noyau de quelques cellules de Purkinje est plus près du prolongement protoplasmatique que du prolongement cylindrique.

Dans quelques points des circonvolutions, les cellules de Purkinje conservent encore pendant quelque temps l'aspect embryonnaire.

Dans ce moment là, quelques cellules de Purkinje se distinguent déjà des autres parce qu'elles réfractent très vivement la lumière et deviennent noires sous l'influence de l'acide osmique. Dans les préparations fixées par la liqueur de Flemming et colorées par la safranine ou la fuchsine, il y en a même qui sont d'une belle couleur vert-jaune et très réfringentes (comme les hématies) ainsi que leurs prolongements.

La distribution de ces différentes espèces de cellules est faite avec un certain ordre qu'il serait intéressant de déterminer.

Sous la couche des cellules de Purkinje on trouve un grand nombre de cellules ramifiées qui se colorent d'une manière intense; parmi celles-ci il y en a quelques-unes qui sont situées entre les cellules de Purkinje. Leurs prolongements s'anastomosent entre eux comme un filet et les plus grands d'entre eux qui sont rayonnants pénètrent dans la couche moléculaire, où leurs branches forment un réseau, puis ils s'insinuent dans la couche nucléaire externe, et dans quelques régions ils vont se réunir aux prolongements ramifiés des cellules, aussi faciles à colorer, qui occupent la zone superficielle de cette couche, immédiatement au dessous de la pie-mère.

Après la naissance, la substance moléculaire augmente continuellement, et l'épaisseur de la couche nucléaire externe diminue; on finit par avoir la couche moléculaire comme on la voit dans les cervelets adultes, c'est-à-dire formée de substance moléculaire dans laquelle sont disséminées les cellules; quelques-unes d'entre elles sont nerveuses et d'autres appartiennent à la névroglie.

---

*Sur l'action physiologique  
de la Pilocarpine et de ses dérivés  
par rapport à leur constitution chimique <sup>(1)</sup>.*

RECHERCHES de F. COPPOLA.

(Institut pharmacologique de l'Université de Messine).

La pilocarpine présente sans doute physiologiquement une manière de se comporter qui a beaucoup de ressemblance avec celle de la muscarine, non-seulement en ce qui concerne ses effets généraux, mais encore par rapport au siège et au mécanisme intime de son action. La pilocarpine, aussi bien que la muscarine, possèdent la propriété d'augmenter les sécrétions en excitant les terminaisons des nerfs sécréteurs, elles contractent la pupille et déterminent le spasme de l'accommodation par l'excitation des extrémités périphériques de l'oculo-moteur, elles produisent des contractions spasmodiques de l'estomac, de l'intestin, de la vessie, par l'excitation des mêmes appareils moteurs périphériques; et tous ces phénomènes, qu'ils soient déterminés par la muscarine ou par la pilocarpine, cessent promptement par l'action de l'atropine et manquent chez les animaux précédemment atropinisés.

D'autre part, cependant, la pilocarpine exerce sur le système nerveux central une action qui rappelle de très près celle de la nicotine, et ainsi encore, par son influence sur la fonction cardiaque, elle s'éloigne de la muscarine et se rapproche de la nicotine, laquelle en outre participe de la même action de la pilocarpine par rapport aux appareils glandulaires et aux organes à fibres musculaires lisses.

Ces analogies que la pilocarpine présente simultanément avec la muscarine et avec la nicotine n'ont pas permis d'établir rigoureusement si elle doit être comprise dans le groupe pharmacologique de la muscarine ou plutôt dans celui de la nicotine. Selon l'importance

---

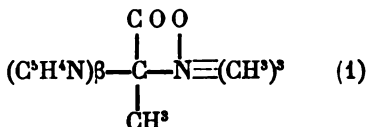
(1) *Annali di chimica* etc. Vol. VIII de la Série IV, 1888.

qui a été attribuée aux unes ou aux autres, la pilocarpine a été comprise tantôt dans le premier groupe et tantôt dans le second. Ainsi Hardy et Bochart (1), Vulpian (2), Kahler et Soyka (3), Tweedy (4), Riegel (5), Nothnagel et Rossbach (6), etc., mettent la pilocarpine dans le groupe de la muscarine, tandis que Harnach et Meyer (7), Binz (8), Schmiedberg (9), etc., la comprennent dans le groupe de la nicotine.

Et puis un fait digne de remarque c'est que, si nous faisons abstraction de la manière dont se comportent physiologiquement ces bases, et si nous en considérons seulement les relations chimiques, nous rencontrons d'égales difficultés pour déterminer si la pilocarpine possède de plus grandes affinités avec la muscarine ou avec la nicotine. En effet, ne tenant pas compte d'une certaine relation tout à fait dénuée d'importance, qui existe entre la formule empirique de la pilocarpine ( $C^{11}H^{16}N^2O^3$ ) et celle de la nicotine ( $C^{10}H^{14}N^2$ ) et sur laquelle Harnack et Meyer crurent à tort trouver un argument pour soutenir les affinités pharmacologiques de ces deux alcaloïdes (10), il résulte des recherches de Kinzhett (11), de Poehl (12), de Chastaing (13), d'Harnack et de Meyer (14), que dans la distillation de la pilocarpine sur la potasse, on obtient de la triméthylamine et une base ayant les caractères de la conine; de sorte que la pilocarpine pourrait être considérée soit comme un dérivé de la triméthylamine ainsi que la muscarine, soit comme un dérivé pyridique ainsi que la nicotine.

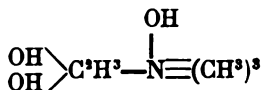
De plus, la synthèse que, récemment, Hardy et Calmels réussirent à faire de la pilocarpine arriva à établir la constitution chimique de cet alcaloïde, laquelle est représentée par la formule suivante :

- — —
- (1) *Gazz. méd. de Paris*, 1875, p. 309.
  - (2) *Leçons sur l'act. des subst. tox. et médic. du jaborandi*. Paris, 1882.
  - (3) *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, VII, 435.
  - (4) *Lancet*, 1875.
  - (5) *Ber. klin. Woch.*, 1875.
  - (6) *Handbuch der Arzneimittellehre*.
  - (7) *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, XII, 366.
  - (8) *Vorlesungen über Pharmakologie*.
  - (9) *Grundriss der Arzneimittellehre*, 1888.
  - (10) *Annalen d. Chem.*, CCIV, 67.
  - (11) *Journ. of Chem. Soc.*, II, 907.
  - (12) *Berichte*, XII, 2185.
  - (13) *Compt. rend.*, XCIV, 223, 968.
  - (14) *Ann.*, loc. cit.

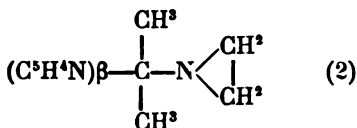


d'où il résulte que la molécule de la pilocarpine est par moitié bétaine et par moitié pyridine; de sorte que les relations pharmacologiques qu'elle présente avec la muscarine et avec la nicotine, trouvent la correspondance la plus évidente dans la constitution chimique de ces bases.

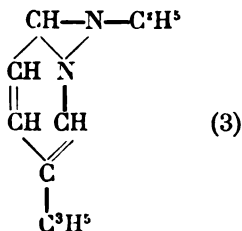
La muscarine est en effet représentée par la formule:



et elle est, par conséquent, elle aussi, une base quaternaire de la triméthylamine comme la pilocarpine. Quant à la nicotine, on n'en a pas encore déterminé la constitution: il est cependant démontré qu'elle est un dérivé de la pyridine, et même, la formation de l'acide carbo- $\beta$ -pyridique par oxydation de la nicotine prouve qu'elle est, comme la pilocarpine, un dérivé  $\beta$ -pyridique. Toutefois, tandis qu'Andreoni lui attribue la constitution représentée par la formule:



et que Wischnegradsky et Krakau proposent de la représenter par la formule:



(1) *Bulletin de la Soc. ch.*, XLVIII, 231.

(2) *Gazz. chim. it.*, IX, 169.

(3) *Berichte*, XIII, 2315.



Cahours et Étard soutiennent, au contraire, qu'elle doit être considérée comme un dipyridile (1); mais, de toute manière, il reste démontré que la pilocarpine possède, par moitié, la constitution de la muscarine et, par moitié, celle de la nicotine.

Et on ne peut, *a priori*, être d'avis que le noyau pyridique, à raison de sa plus grande stabilité, doive déterminer l'action physiologique de toute la molécule de la pilocarpine, car on connaît l'influence énergétique qu'exerce la présence d'un azote pentavalent sur la manière dont se comportent physiologiquement les substances, comme le prouve le fait que toutes les bases tertiaires, quelles que soient leur constitution chimique et leur action physiologique, transformées en bases quaternaires perdent leur action caractéristique et assument toutes la même manière de se comporter, qui est celle du curare. C'est ce que j'ai eu l'occasion, pour la pyridine même, de démontrer par l'étude de la pyridinicholine, de la pyridinneurine et de la pyridinmuscarine, dans lesquelles l'action propre du noyau pyridique reste entièrement masquée et celle de l'azote pentavalent prévaut (2).

D'autre part, ensuite, le noyau triméthylrique, bien que lié à un azote pentavalent, peut, dans certains cas, exercer sur le mode de se comporter physiologiquement de toute la molécule, une prévalence capable de masquer même l'action propre de l'azote; ce que prouve la muscarine même qui, tout en étant une base quaternaire, possède une action due à la présence des méthyles, tandis que dans la neurine et dans la choline, bien qu'à un degré différent, se manifeste tant l'action propre des méthyles que celle de l'azote pentavalent (3).

De sorte que nous devons conclure que les connaissances que nous possédons sur la constitution chimique de la pilocarpine, de la muscarine et de la nicotine, au lieu de nous permettre de définir si la pilocarpine appartient au groupe de la muscarine ou à celui de la nicotine, viennent au contraire confirmer les difficultés que la pharmacologie avait rencontrées pour résoudre cette question; et elles nous permettent beaucoup moins encore d'établir quelle part prennent respectivement dans l'action complexive de la pilocarpine, l'azote pentavalent, le noyau pyridique et le noyau triméthylrique de sa molécule.

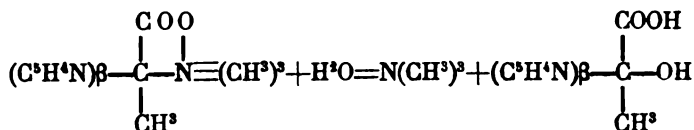
---

(1) *Compt. rend.*, LXXXVIII, 999; XC, 275; XCII, 1079; XCVII, 1218.

(2) *Gazz. chim. it.*, XV, 330.

(3) *Ib.*, p. 343.

Cependant la pilocarpine par ébullition de sa solution aqueuse se décompose en développant de la triméthylamine, et d'autre part, en absorbant une molécule d'eau, elle se transforme en acide  $\beta$ -pyridine- $\alpha$ -lactique selon l'équation suivante :



Si, maintenant, nous comparons la structure de cet acide avec celle de la pilocarpine, nous trouvons qu'elle ne contient plus ni l'azote pentavalent, ni le groupe triméthylque qui constituaient le côté muscarinique de la molécule de la pilocarpine, mais qu'elle en représente exactement le côté pyridique; et alors il est évident que si nous déterminons l'action physiologique de ce dérivé et si nous la comparons à celle de la pilocarpine et de la nicotine, nous arrivons rigoureusement à décider les questions que nous nous sommes proposées.

Pour la préparation de l'acide  $\beta$ -py- $\alpha$ -lactique j'ai suivi le procédé indiqué par Hardy et Calmels (1) et j'ai employé dans les expériences sur les animaux le chlorhydrate de l'acide  $\beta$ -pyridine- $\alpha$ -lactique.

L'acide  $\beta$ -py- $\alpha$ -lactique détermine chez les grenouilles les mêmes effets généraux que la pilocarpine. Pour l'acide aussi, j'ai pu vérifier que les convulsions dépendent de la moelle allongée, et que les phénomènes convulsifs se manifestent d'abord dans le train antérieur et s'étendent ensuite au train postérieur; toutefois l'action convulsivante est plus accentuée dans l'acide, où elle est accompagnée d'excitation des réflexes, que dans la pilocarpine où les réflexes sont au contraire déprimés; ainsi la paralysie consécutive à la période des convulsions se développe plus vite avec la pilocarpine qu'avec l'acide.

Également par l'action de l'acide on observe une augmentation dans la sécrétion cutanée; les battements du cœur sont encore assez fréquents, même quand les réflexes sont déjà tout à fait abolis.

La paralysie consécutive aux convulsions dépend, pour l'acide, exclusivement des centres nerveux; ni les muscles, ni les nerfs moteurs n'y participent en quoi que ce soit. Pour la pilocarpine, les opinions des divers expérimentateurs sont en désaccord; ainsi Harnack et Meyer

(1) *Bull. de la Soc. chim.*, XLVIII, 226.

nient absolument qu'elle exerce une action paralysante sur les terminaisons périphériques des nerfs moteurs (1); Albertoni, au contraire, admet pour les doses toxiques une certaine diminution de l'excitabilité des nerfs moteurs et des muscles, laquelle toutefois ne serait pas abolie, même par des doses mortelles (2).

Ayant exclu pour l'acide  $\beta$ -py- $\alpha$ -lactique toute action curarique, et ayant établi que la paralysie qu'il détermine à la suite des convulsions dépend simplement des centres nerveux, il devient d'un grand intérêt de définir si la pilocarpine exerce ou non une action paralysante sur les terminaisons des nerfs moteurs, puisque, contrairement à l'acide, elle contient un azote pentavalent.

Or, mes expériences prouvent que la pilocarpine possède une action curarique; toutefois elles laissent douter si la paralysie des terminaisons périphériques des nerfs moteurs est consécutive, ou non, à la paralysie du système nerveux central, c'est-à-dire si elle est la cause de la paralysie générale ou un phénomène tout à fait secondaire.

Ayant fait les expériences opportunes, même en présence de l'atropine, j'ai observé que dans la pilocarpine la paralysie périphérique précède la paralysie centrale, qu'elle empêche même les convulsions d'acquiescer toute leur énergie parce que l'action curarique se développe à côté de l'action convulsivante.

*Expériences sur les mammifères.* — On sait que chez les mammifères l'action élective de la pilocarpine se développe sur le système glandulaire de telle sorte que le phénomène le plus marquant de son action consiste dans l'augmentation des sécrétions. Ce fait constitue une des analogies les plus évidentes avec la muscarine, tandis que dans l'action de la nicotine ce sont les symptômes dépendant du système nerveux central qui prévalent. Or, le noyau muscarinique de la pilocarpine manquant dans l'acide  $\beta$ -py- $\alpha$ -lactique, il est naturellement intéressant de déterminer quelle manière de se comporter ce dérivé présente chez les mammifères.

L'acide py-lactique possède lui aussi la propriété d'augmenter les sécrétions, d'exciter les mouvements péristaltiques intestinaux, de produire le vomissement, la myose, etc., et tous ces phénomènes sont vaincus par l'atropine comme il arrive pour la pilocarpine.

---

(1) *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, XII, 389.

(2) *Jahresb. f. ges. Med.*, 1880, I, s. 485.

Chez un petit chat de gr. 400, dans le cours de trois heures il se développa, au moyen de doses élevées, un empoisonnement complet, durant lequel, outre les symptômes précédents, on observa tous les phénomènes dépendant de l'excitation du bulbe; d'abord contractions spasmodiques dans les muscles de la face et ensuite accès convulsifs avec opisthotonos, trismus et convulsions cloniques du tronc et des extrémités; de sorte que l'action de cette substance sur les mammifères correspond parfaitement à celle qui a déjà été observée dans les grenouilles.

Pareille ressemblance d'effets entre les animaux à sang froid et les animaux à sang chaud n'existe pas, au contraire, pour la pilocarpine par rapport au système nerveux central. Harnack et Meyer affirment n'avoir jamais observé, chez les mammifères, de vraies convulsions, mais tout au plus un tremblement convulsif (1). Albertoni exclut une action directe de la pilocarpine sur le système nerveux central, mais fait dépendre les phénomènes convulsifs des troubles survenus dans la circulation.

Cependant, ayant observé que l'acide lactopyridique possède également sur les mammifères un pouvoir nettement convulsivant, j'ai pensé que, dans la pilocarpine aussi, cette action ne devait pas manquer complètement, mais qu'elle pouvait rester plus ou moins masquée par la prévalence qu'assument les autres symptômes de l'empoisonnement. Et, en conséquence, j'ai voulu essayer si les hautes doses de pilocarpine seraient capables de déterminer de véritables convulsions épileptiformes, même chez les mammifères, en prévenant, au moyen de l'atropine, l'augmentation des sécrétions, les modifications de la circulation et les autres troubles, qui, ou en hâtant la mort de l'animal, ou en diminuant l'excitabilité des centres nerveux, pourraient empêcher le développement complet des convulsions. Mes prévisions furent confirmées. A un chien d'environ 5 kilogr., dans le cours de 30' j'injectai, à diverses doses, par la veine jugulaire, gr. 0,01 de sulfate d'atropine et gr. 1 de chlorhydrate de pilocarpine: on observa des convulsions d'abord cloniques, ensuite toniques très violentes, qui se répétaient à brefs intervalles, et certainement indépendantes de troubles de la respiration, parce que l'on pratiquait la respiration artificielle. Arriva

---

(1) Loc. cit., p. 390.

finalemeut un état de complète paralysie, et alors, la respiration artificielle ayant été suspendue, le cœur s'arrêta.

*Expériences sur le cœur.* — L'action de la pilocarpine sur le cœur de la grenouille a été étudiée par divers expérimentateurs, et l'on a observé que le cœur est arrêté en diastole, comme il arrive pour la muscarine; toutefois cet arrêt est passager, et bientôt les pulsations cardiaques reprennent le rythme initial, et alors l'irritation du vague n'est plus capable de déterminer l'arrêt ou le ralentissement des battements, tandis que la muscarine et l'irritation du sinus agissent comme sur le cœur normal. De sorte que on en tira la conclusion que la pilocarpine agit, d'abord en excitant et ensuite en paralysant dans le point intermédiaire entre les fibres propres du vague et les parties sur lesquelles la muscarine agit en excitant et l'atropine en paralysant (1).

Toutefois ces conclusions regardent la *rana temporaria* et l'*esculentia*; et, devant expérimenter sur la *discoglossus pictus*, pour que la comparaison fût rigoureuse, j'ai commencé par déterminer l'action de la pilocarpine sur le cœur *in situ* et isolé de cette grenouille, car on connaît les différences que présentent souvent les diverses espèces de grenouilles dans leur manière de se comporter avec les substances pharmaceutiques.

Il résulte de mes expériences que la pilocarpine n'est pas capable d'amener, chez la *rana discoglossus*, l'arrêt diastolique du cœur, mais simplement un ralentissement des battements, d'autant plus sensible, dans certaines limites, que la dose injectée a été plus forte. Ce ralentissement est dû à l'excitation des appareils d'arrêt, et l'on peut le prévenir ou le corriger au moyen de l'atropine. A ce ralentissement initial qui est accompagné d'affaiblissement des contractions, succède la réaccélération des battements accompagnée de contractions redevenues plus fortes; cependant le cœur ne reprend pas le rythme initial, mais, en cet état, par l'excitation du sinus je n'obtins jamais l'arrêt du cœur, mais, au contraire, une accélération des battements; ce qui nous porte à conclure que la différence entre la manière de se comporter de la *rana temporaria* et de la *discoglossus* regarde aussi le siège de l'action.

1) SCHMIEDERBERG-ALBERTONI, *Compendio di farmacologia*. Torino, 1885, p. 60.  
HARNACK u. MEYER, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, XII, 8, 372.

Au moyen de l'appareil de Williams j'en ai aussi déterminé l'action sur le cœur isolé qui se comporte exactement comme le cœur en place.

Si maintenant nous cherchons de quelle manière se comporte le cœur de la grenouille avec l'acide lactopyridique, nous voyons que celui-ci exerce sur le cœur de la grenouille une action identique à celle de la pilocarpine, et qu'il en diffère seulement en ce que, dans le cœur en place, le ralentissement initial dû à l'excitation des appareils d'arrêt manque entièrement ou est à peine indiqué.

D'après les expériences faites, nous pouvons conclure que l'action physiologique de l'acide  $\beta$ -pyridine- $\alpha$ -lactique correspond exactement à celle de la pilocarpine, non-seulement en ce qui concerne les effets généraux, mais encore par rapport à chaque organe et au mécanisme d'action.

La différence la plus sensible qu'il m'a été donné d'observer a trait aux appareils d'arrêt du cœur et aux terminaisons périphériques des nerfs moteurs. La pilocarpine, bien que n'étant pas capable de produire dans la *rana discoglossus* l'arrêt diastolique du cœur, détermine toutefois un ralentissement notable des battements; tandis que l'acide lactopyridique agit directement sur le cœur *in situ*, même à très petites doses, en paralysant les appareils d'arrêt; la pilocarpine possède, en outre, une action curarique qui manque absolument dans l'acide.

Ces différences ne peuvent naturellement dépendre que de la diverse composition chimique de ces deux substances; mais nous devons rechercher si le groupe  $=N\equiv(CH^3)^3$  confère ces propriétés à la pilocarpine, parce qu'elle lui donne le caractère de base quaternaire avec la structure d'une muscarine, ou si elle exerce simplement l'influence d'une chaîne latérale qui renforce le groupe propionique de l'acide lactopyridique.

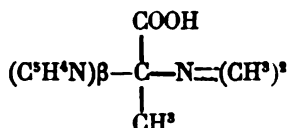
Pour résoudre cette question, il nous suffira d'en confronter l'action avec celle d'un autre dérivé de la pilocarpine qui est la pilocarpidine.

La pilocarpidine fut obtenue des eaux mères du jaborandi par Harnack, qui en détermina la composition centésimale représentée par la formule  $C^{10}H^{14}N^3O^3$  (1); cependant Hardy et Calmels sont d'avis qu'elle ne préexiste pas dans la plante, mais qu'elle est un produit de transformation de la pilocarpine; et sa formation s'explique facilement parce

(1) Ann., CCXXXVIII, 228.

que la pilocarpine, par l'action des acides et par celle de la chaleur, se transforme facilement en pilocarpidine (1).

Hardy et Calmels réussirent à la préparer par synthèse et à la transformer ensuite en pilocarpine; sa constitution est représentée par la formule:



Elle diffère donc essentiellement de la pilocarpine en ce que l'azote extrapyridique n'est plus pentavalent, mais trivalent, et qu'il est lié non plus avec trois méthyles, mais avec deux, de sorte que la pilocarpidine n'est plus une base quaternaire et n'a plus la structure de la muscarine. Il est donc évident que par l'étude de la pilocarpidine nous pouvons décider si les différences que nous avons observées dans la manière de se comporter physiologiquement de la pilocarpine et de l'acide lactopyridique dépendent ou non de la présence de l'azote pentavalent lié au groupe triméthylque.

L'action physiologique de la pilocarpidine a été étudiée par Harnack qui y a trouvé, reproduite dans toutes ses particularités, l'action de la pilocarpine, avec cette différence qu'elle a une moindre énergie (2).

Les expériences que j'ai faites avec le nitrate de la pilocarpidine préparé par E. Merck de Darmstadt, confirmèrent en général les résultats d'Harnack; je me dispense donc de les rapporter; et d'ailleurs ayant démontré que l'action de la pilocarpine dépend du noyau lactopyridique, l'action de la pilocarpidine ne pouvait être différente de celle de la pilocarpine et de l'acide  $\beta$ -py- $\alpha$ -lactique. J'ai pu toutefois observer que la pilocarpidine exerce sur le système nerveux central une action convulsivante plus nette que ne le fait la pilocarpine; mais ce qui m'intéressait spécialement à observer, c'était son action sur le cœur et sur les terminaisons des nerfs moteurs.

Il résulte de mes expériences que la pilocarpidine exerce sur le cœur de la grenouille la même action que la pilocarpine et que l'acide; cependant par rapport au cœur en place le ralentissement des

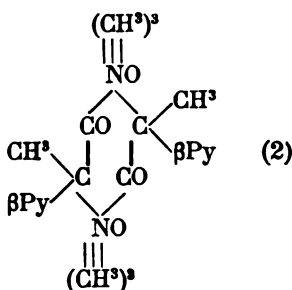
1. *Bull. Soc. chim.*, XLVIII, 221.

2. *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, XX, 439.

battements est moins notable qu'il ne l'est avec la pilocarpine, mais il est davantage qu'avec l'acide.

Dans la pilocarpidine aussi j'ai pu observer l'action curarique, cependant elle est moins profonde et plus tardive qu'avec la pilocarpine.

*Action physiologique de la jaborine.* — La pilocarpine, par l'action des acides et de la chaleur, se transforme en une autre base dite jaborine, et obtenue pour la première fois par Harnack et Meyer, qui la considèrent comme isomère de la pilocarpine (1). Il est probable que cet alcaloïde préexiste dans la plante; en tout cas, sa constitution, à la suite des études de Hardy et de Calmels, est représentée par la formule suivante:



L'action physiologique de la jaborine a été étudiée seulement par Harnack et par Meyer (3), qui observèrent qu'elle possède une action absolument opposée à celle de la pilocarpine, agissant d'une manière tout à fait identique à l'atropine.

Cependant, si nous comparons la constitution chimique de la jaborine avec celle de la pilocarpine, nous trouvons qu'elle résulte de la condensation directe de deux molécules de pilocarpine, et que, par conséquent, elle contient le groupe fondamental lactopyridique inaltéré; et, puisque nous avons déjà démontré que c'est précisément ce noyau qui informe toute l'action physiologique, aussi bien de la pilocarpine que de la pilocarpidine, il n'est pas facile de s'expliquer comment la jaborine peut se comporter physiologiquement d'une manière entièrement différente; j'ai donc cru utile de reprendre l'étude pharmacologique de ce dérivé.

(1) *Ann.*, CCIV, 67.

(2) *Loc. cit.*, p. 226.

(3) *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, XII, 369.



La jaborine sur laquelle j'ai fait mes expériences m'a été fournie par Merck de Darmstadt qui m'en a garanti la complète pureté.

*Action générale.* — Par rapport à l'action générale de la jaborine Harnack et Meyer se bornent à dire vaguement que cette substance produit même les phénomènes d'excitation caractéristique de l'atropine. Mes expériences, au contraire, prouvent que la jaborine exerce sur le système nerveux central une action qui, tant par son siège que par sa nature, correspond exactement à celle de l'acide lactopyridique et de ses autres dérivés.

Quant au cœur de la grenouille, mes expériences confirment les résultats obtenus par Harnack et par Meyer, à savoir, que la jaborine exerce sur la fonction cardiaque une action identique à celle de l'atropine ; en effet elle détermine la paralysie des appareils nerveux d'arrêt intracardiaques, et il ne m'a pas été possible, même avec de très petites doses de jaborine, d'obtenir au commencement un léger ralentissement des battements.

Toutefois si nous confrontons l'action cardiaque de la jaborine avec celle de la pilocarpine, nous n'observons pas une différence absolue dans leurs effets, mais une simple modification de degré. Dans la pilocarpine, on effet, on peut distinguer deux phases d'action : une première phase plus ou moins transitoire, pendant laquelle les battements cardiaques deviennent moins fréquents dans la *rana discoglossus* et cessent complètement dans la *rana temporaria* ; et une seconde phase pendant laquelle, par la paralysie des appareils d'arrêts d'abord excités, le rythme initial recommence, de sorte que la différence entre la pilocarpine et la jaborine (lesquelles, au moins dans la *rana discoglossus*, agissent sur les mêmes appareils nerveux) se réduit à ceci, que, tandis que la pilocarpine agit d'abord en excitant, puis en paralysant, la jaborine produit directement la paralysie. Cette relation devient encore plus évidente si l'on se rappelle la manière de se comporter de la pilocarpidine et de l'acide lactopyridique dans lesquels déjà l'action excitante est moins prononcée et plus passagère, et, pour l'acide, ne devient évidente que dans le cœur isolé.

Guidé par ces analogies j'ai voulu essayer aussi l'action de la jaborine sur le cœur isolé et j'ai observé que, dans cette substance, existe également le pouvoir excitant sur les appareils d'arrêt qui caractérise la première phase de l'action cardiaque de la pilocarpine, de la pilocarpidine, et de l'acide lactopyridique : seulement cette action,

dans la jaborine, est beaucoup plus faible et très passagère, se transformant facilement en action paralysante, et on ne peut la mettre en évidence que dans le cœur isolé, tandis qu'elle manque absolument dans le cœur *in situ*.

La manière dont se comporte la jaborine par rapport au cœur nous permet aussi, en ce qui concerne les autres organes, une interprétation de sa manière d'agir qui nous fait reconnaître de nouvelles analogies entre la jaborine et les autres dérivés. Ainsi, par rapport à l'iris, la jaborine possède l'action de l'atropine, c'est-à-dire qu'elle dilate la pupille en paralysant les terminaisons de l'oculo-moteur; la pilocarpine, au contraire, contracte la pupille, mais à la suite de la myose on peut toujours observer un certain degré de dilatation; ce qui signifie qu'elle se comporte avec les terminaisons de l'oculo-moteur d'une manière tout à fait identique aux appareils d'arrêt intracardiaques, c'est-à-dire en excitant d'abord et en paralysant ensuite; seulement, en ce cas, tandis que l'action excitante est plus durable et plus prononcée dans la pilocarpine, elle n'arrive pas dans la jaborine à se mettre en évidence.

En ce qui concerne les appareils glandulaires et les organes abdominaux à fibres musculaires lisses, on n'a pas, que je sache, observé dans la pilocarpine une phase de paralysie consécutive à leur excitation, et Harnack et Meyer ne font pas, pour la jaborine, la moindre allusion à un pouvoir excitant, mais ils disent au contraire qu'elle se comporte comme l'atropine.

Cependant, même en admettant une opposition absolue dans les effets de ces deux substances, tout rapprochement entre elles, par rapport à ces deux organes, n'est pas exclu pour cela; d'autant plus que leur action s'exerce toujours sur les mêmes éléments anatomiques: seulement l'une agit en excitant, l'autre en paralysant, ce qui ne constitue pas une différence essentielle d'action; et même, par analogie à ce que nous avons observé pour les appareils cardiaques et pour l'iris, nous devons la considérer comme une différence de degré. Cette idée est du reste appuyée par le fait que toute substance qui agit sur un organe donné en excitant, amène, avec une dose élevée, la paralysie de cet organe, c'est-à-dire que la surexcitation tend à se transformer en paralysie.

Guidé par ce concept, j'ai cherché à voir si, par hasard, la jaborine, à petites doses, serait capable de déterminer chez les mammi-

fières, même d'une manière passagère, les effets propres de la pilocarpine. L'importance de cette recherche m'oblige à rapporter quelques expériences.

Chat de gr. 1700.

Heures 9.28. On injecte sous la peau gr. 0,001 de jaborine.

- 9.30. Le chat se lèche.
- 9.40. Il continue à se lécher; injection de gr. 0,001.
- 9.50. Il coule une goutte de salive; les yeux sont larmoyants.
- 9.53. Quoique le chat se lèche continuellement, de temps en temps il tombe quelque goutte de salive; le nez et les yeux sont humides.
- 10. La salivation est notable; injection de gr. 0,002.
- 10.5 La salivation est augmentée; émission d'urine.
- 10.20. Le même état continue; injection de gr. 0,01.
- 10.40. Le même état continue toujours; injection de gr. 0,03.
- 12.55. Pendant cet intervalle, la salivation a continué; pupille dilatée, agitation générale.
- 1. Injection de gr. 0,03.
- 1.5. La salivation continue, l'excitation générale augmente; on observe des contractions spasmodiques des pavillons des oreilles; défécation.
- 1.40. Le même état continuant, on injecte de nouveau gr. 0,03 de jaborine.
- 2. 6. La sécrétion continue, vomissement; les mouvements convulsifs des muscles de la face s'accroissent davantage.

Il resta dans cet état jusqu'à 6 heures du soir, heure à laquelle on suspendit l'observation. Le lendemain il était complètement remis.

Mes expériences rapprochent plus qu'on ne pouvait le prévoir la jaborine de la pilocarpine, puisque la jaborine, bien qu'à un degré plus faible, exerce sur les appareils glandulaires, sur l'estomac, sur les intestins, l'action propre de la pilocarpine, et son analogie d'action avec l'atropine ne s'étend pas à tous les organes comme le déclarent Harnack et Meyer, mais elle se limite au contraire au cœur et à l'œil. Cela explique le fait déjà observé par divers expérimentateurs, comme par exemple par Vulpian (1), que l'extrait aqueux du jaborandi conserve son action sialagogue et sudorifère très longtemps

---

(1) *Leç. sur les subst. tox. et médic. du jaborandi*, p. 164.

après qu'il a été préparé, tandis qu'il perd après peu de jours la propriété de ralentir les battements du cœur de la grenouille; cela explique également pourquoi les divergences entre les divers Auteurs sur l'action, soit du jaborandi, soit de la pilocarpine, ont rapport non aux sécrétions, mais bien au cœur et à l'œil; et enfin pourquoi la pilocarpine se transformant partiellement en jaborine, il n'y a de modifié que son action sur la pupille, sur l'accomodation et sur les appareils cardiaques.

Toutefois la différence entre mes résultats et ceux de Harnack et de Meyer me fit douter que la jaborine qui m'avait été fournie par Merck, fût parfaitement pure, bien que, agissant comme l'atropine, quand même elle aurait contenu de la pilocarpine, elle eût toujours dû manifester son action et masquer au contraire celle de la pilocarpine. En tout cas, malgré les assertions réitérées de Merck, bien que les caractères de la jaborine étudiée par moi correspondissent à ceux qui ont été décrits par Harnack et par Meyer, par Hardy et par Calmels, j'ai pris aussi de la jaborine chez Trommsdorff d'Erfurt, et j'ai trouvé qu'elle agit d'une manière parfaitement identique à celle de Merck.

### CONCLUSIONS.

L'action physiologique de la pilocarpine dépend essentiellement du noyau pyridique. Les analogies de structure entre ce noyau et celui de la nicotine, et les relations qui existent entre la manière physiologique de se comporter de la pilocarpine et de la nicotine ne laissent aucun doute que la pilocarpine doive être comprise dans le groupe pharmacologique de la nicotine.

Parmi les formules de structure proposées pour la nicotine celle d'Andreoni présente certainement les analogies les plus étroites avec la constitution chimique de la pilocarpine et donne par conséquent plus facilement raison de leurs rapports pharmacologiques. Cependant en considérant la différence notable qui existe entre le pouvoir toxique de la nicotine et celui de l'acide  $\beta$ -pyridique- $\alpha$ -lactique et de ses dérivés, et la prévalence qu'assume, dans la nicotine, l'action sur le système nerveux central, il me semble que l'on doit plutôt préférer, pour la nicotine, la constitution d'un dipyridile, qui est du reste considérée comme la plus probable depuis les études de

Cabours et de Étard (1); en effet les expériences de Kendrich et de Dewar prouvent que les dipyridines possèdent une action beaucoup plus énergique que les bases monopyridiques (2).

Bien que d'importance secondaire, les modifications que l'on observe dans l'action physiologique, passant de l'acide lactopyridique à la pilocarpine, dépendent naturellement de la présence du groupe  $\text{N}\equiv(\text{CH}_3)^2$ , non déjà cependant parce que celui-ci confère à la pilocarpine la constitution d'une base quaternaire avec la structure de la muscarine, mais simplement parce qu'il renforce le côté extrapyridique de la molécule; en effet, les mêmes différences, bien que moins accentuées, s'observent aussi dans la pilocarpidine où l'azote extrapyridique est trivalent et lié à 2 méthyles seulement.

Quand la pilocarpine en se polymérisant se transforme en jaborine, pour certains organes (cœur, iris) l'action paralysante prévaut sur l'action excitante déjà diversement développée dans les autres dérivés, et elle acquiert par cette action une manière de se comporter qui la rapproche plus ou moins de l'atropine; tandis que pour d'autres organes l'action s'affaiblit mais ne change pas de nature.

Ces résultats confirment la doctrine, que, le noyau fondamental d'une substance se conservant inaltéré, les modifications secondaires que nous apportons dans sa structure, alors même qu'elles transforment apparemment son action physiologique, ne déterminent cependant qu'une différence de degré dans sa manière de se comporter, ainsi qu'on peut toujours le reconnaître en étudiant les dérivés intermédiaires.

C'est ce que j'ai déjà démontré avec les bases d'ammonium de la triméthylamine (3), avec les dérivés de la santoline et de la morphine (4), et c'est ce qui reste maintenant également démontré par les dérivés de l'acide  $\beta$ -pyridine- $\alpha$ -lactique, puisque, quand même l'action de la jaborine serait absolument opposée à celle de la pilocarpine et semblable à celle de l'atropine, la comparaison avec l'acide lactopyridique et avec la pilocarpine fait disparaître toute différence essentielle dans leur action.

---

1) Loc. cit.

2) *Physiologische Wirkung der Chinolin u. Pyridinbasen* (Berichte, 7, 1450).

3) Loc. cit.

4) *Le Sperimentale*, 1887.

## *La fréquence cardiaque chez les animaux à sang froid* <sup>(1)</sup>

par A. MORIGGIA.

(Laboratoire de physiologie générale de l'Université de Rome).

Dans le cours de plusieurs de mes expériences j'eus l'occasion de vérifier la manière différente de se comporter du cœur des animaux homoïotermes et poichilotermes, sous l'action d'un même agent; je me décidai pour cela à faire des recherches d'une manière plus directe sur ce fait que d'autres aussi relevèrent occasionnellement.

Je fis à ce sujet une série d'expériences sur la tortue, et surtout sur la *rana esculenta*: après avoir fixé convenablement cette dernière, on mettait à nu le cœur en ayant soin de perdre le moins possible de sang. Pour confronter les résultats obtenus sur la grenouille en expérience on avait soin d'en avoir une pour comparaison. Les substances médicamenteuses ou toxiques employées pour mes expériences étaient administrées par la voie hypodermique, ou par inhalation, suivant le cas (2).

Voici la liste des substances employées dans le but de modifier, en plus ou en moins, la fréquence cardiaque, que je cherchais à examiner d'une manière toute spéciale. J'ajoute aussi, sans les classer, celles que je pus relever en lisant les Mémoires de plusieurs auteurs, comme ayant donné des résultats en rapport avec la fréquence cardiaque, en n'ayant que la prétention d'avoir recueilli une partie relativement très petite du matériel abondamment épars çà et là, concernant notre sujet:

Cocaïne; atropine; santonate de soude, alcool absolu; éther, chloroforme, chloral, ammoniaque, nitrate d'amyle, pyridine, morphine, acétate d'ammonium, neurine, oxygène, chlorure de soude, ésérine, delphine, aconitine; trioxyméthylène, abrotine; alcaloïde du *xanthion*

---

(1) *Rendiconti R. Accademia dei Lincei*. Seduta 3 giugno 1888.

(2) Sauf indication contraire, il est entendu que la température du milieu dans lequel on expérimentait était de 10° à 12° centigrades.

*sengalense*, antipyrine, benzonitrile, thalline, paraldéide, ergotine, seigle ergoté, ecboline, acide phénique; acides en général; hellébore, strychnine, curare, apoa tropine, jéquirity, muscarine, digitaline, scillaine, helléboréine, kairine, kaïroline, vératrine, sublimé corrosif, saponine; acétal, dimétiacétal, ptomaines en général, nicotine, quinine, bile, nickel, cobalt, coctis teeta, acétanilide, strophanthus hispidus, les substances septiques en général, lactate d'éthyle, urine.

Parmi toutes ces substances on n'en trouve pas une seule capable de susciter non-seulement une fréquence fébrile, mais même une augmentation un peu considérable et prolongée des battements du cœur chez la grenouille, au contraire presque toutes produisent une diminution prolongée et souvent grave des battements cardiaques, jusqu'à les réduire à quelques-uns à peine à la minute.

Il semblerait par ce fait qu'il n'existerait chez la grenouille que les nerfs modérateurs du cœur.

On obtient assez facilement chez cet animal l'effet annoncé par Weber, avec le courant induit sur les nerfs vagues, ou avec l'irritation de la moelle allongée, comme le démontra Galvani le premier; cependant, en coupant ces nerfs, on n'obtient pas, comme chez les animaux à sang chaud, le résultat inverse.

Chez les animaux homoiotermes presque toutes les substances susmentionnées employées à de certaines doses, et spécialement dans certaines périodes de leur action, suscitent une réaction de l'organisme, et une plus grande fréquence cardiaque; et même lorsque le nombre des battements tend à diminuer, nous sommes en général encore loin d'atteindre les chiffres offerts par le batracien; il en est même quelques-unes, comme la cocaïne, qui d'après les expériences de Ugolino Momo tendent, même à de très fortes doses, à augmenter le nombre des battements.

Un autre fait doit être relevé: on connaît l'harmonie qui existe d'habitude entre le nombre des battements du cœur et celui des mouvements respiratoires chez les animaux à sang chaud, au point que dans les circonstances ordinaires on peut déduire le nombre des battements cardiaques par celui des mouvements respiratoires et viceversa: ce rapport numérique, s'il n'existe pas toujours (1), se conserve ce-

(1) A cet effet, comme nous le publiâmes Moleschott et moi, il suffit d'exciter le bout central du vague d'un lapin avec un courant induit, pour que l'harmonie

pendant généralement, même sous l'action des remèdes et des poisons; mais chez les grenouilles il se produit d'habitude facilement et bien vite une différence assez grande entre le nombre des battements du cœur et celui des mouvements respiratoires normaux; il faut ajouter cependant que, même dans les conditions physiologiques, le rapport entre ces deux actes n'est pas si constant et si régulier que chez les animaux à sang chaud, peut-être à cause que la respiration est différente.

Quoique, comme il résulte des expériences de Mantegazza, la douleur diminue à la longue la fréquence cardiaque chez les animaux à sang chaud, sachant qu'au début elle peut produire des effets contraires, surtout si la douleur est faible, j'ai voulu l'essayer sur la grenouille, mais sans obtenir une plus grande fréquence des battements, pas plus qu'avec la peur, et avec des détonations imprévues, etc.

J'observai, soit pendant l'agonie, soit en provoquant des hémorragies à divers degrés, que les battements du cœur ont toujours une tendance à diminuer, et quelquefois beaucoup, comme dans l'hémorragie. Je suscitai, avec des courants électriques, un travail musculaire énergique et prolongé, mais, ou la fréquence du cœur resta la même, ou elle alla en diminuant jusqu'à s'arrêter à la suite de fortes secousses, au moyen d'une action sur les vasomoteurs ou sur le vagues, quoique les électrodes fussent appliqués aux deux pieds.

Ce résultat m'a grandement surpris, car il est notoire qu'un grand travail musculaire peut, chez les animaux à sang chaud, porter la fréquence cardiaque au delà du double de la normale, surtout si cette dernière n'est pas très élevée; le fait est d'autant plus singulier si l'on pense que le travail musculaire est une cause de chaleur et que celle-ci a pour effet d'accélérer grandement l'action du cœur chez les batraciens: je plaçai la moitié postérieure du corps d'une grenouille dans un bain à 38° pendant une à deux minutes, et les battements, qui dans un milieu à 10° n'étaient que de 25 par minute, s'élevèrent à plus de 80: il n'y a que la chaleur qui puisse provoquer chez la grenouille une fréquence fébrile du cœur, et en même temps un certain degré d'anesthésie des parties plongées dans le bain chaud; en

---

entre la fréquence cardiaque et respiratoire soit immédiatement détruite; le même fait se rencontre aussi dans des conditions pathologiques particulières (typhus, pneumonie), ou par l'action de certains poisons (curare, strychnine).



plaçant successivement des grenouilles dans des milieux à 10°, 15°, 17°, etc., j'ai pu m'assurer que la fréquence cardiaque augmentait à peu près en raison de deux battements par chaque degré de chaleur: par contre, comme on le sait, le froid diminue beaucoup la fréquence cardiaque: je plaçai les cuisses et le ventre des grenouilles pendant toute une nuit sur la glace (février), et le matin elles présentaient de trois à sept battements, tandis que la peau des cuisses et du ventre ne présentait presque pas trace d'anesthésie (1).

Une grenouille placée d'abord dans un milieu un peu plus chaud, puis dans un autre un peu plus froid que celui dans lequel elle se trouvait précédemment, présente pour un certain temps, peut-être à cause d'un certain épuisement, les battements plus rares de ce qu'ils étaient avant qu'elle fût placée dans le milieu plus chaud.

La sensibilité à la chaleur est tellement grande chez tous les animaux et spécialement chez les poichilothermes (2), et chez la grenouille comme le prouvent mes expériences, que l'on peut d'une manière certaine la considérer comme étant facilement une cause d'erreur dans l'appréciation de l'action de diverses substances sur la fréquence cardiaque, en sorte que l'on ne prendra jamais assez de précautions de ce côté, pour s'assurer de la part que peut avoir dans le résultat final, un changement quoique minime de la température du milieu dans lequel on travaille, puisque, en hiver surtout, il suffit qu'une personne s'approche de l'animal en expérience pour que la chaleur qu'elle dégage ait déjà sa part d'influence sur le résultat. Ce fait ajouté au suivant, savoir que deux grenouilles normales placées dans le même milieu sont capables d'augmenter ou de diminuer légèrement les battements cardiaques l'une plus que l'autre, devra, peut-être, être pris en considération pour servir à expliquer les résultats en apparence contradictoires de certains expérimentateurs.

(1) Suivant Bernard, il arrive autrement chez les animaux à sang chaud, c'est-à-dire que c'est le froid et non la chaleur qui produit l'anesthésie de la peau.

(2) A commencer par l'œuf de la grenouille qui sous une température élevée peut accélérer d'un tiers son développement complet.

J'ajoute encore ici un fait que j'eus l'occasion d'observer hier seulement; en notant les battements du cœur sur des grenouilles de moyenne grandeur à la température de 25°, je les trouvai au nombre de 96 à 102 à la minute; sur trois grenouilles très petites, pesant à peu près cinq fois moins que les autres, je n'arrivai, contrairement à toute attente, à en compter que 80; la chose mérite d'être étudiée sur une plus vaste échelle, en remontant même jusqu'au gyron.

A ce propos j'ai observé que si le nombre primitif des pulsations est bas, le cœur mis à nu a plutôt une tendance à les augmenter, et viceversa lorsqu'il est d'abord élevé, comme en été par exemple: j'ai essayé sur les grenouilles l'action de la digitaline en rapport avec la chaleur et j'ai observé que si les battements étaient déjà faibles, par exemple 9 à la minute, alors un bain à 37° prolongé pendant quelques minutes ne suffit pas pour neutraliser ou vaincre l'action déprimante du poison: mais si, par exemple, le nombre des battements a été abaissé de 28 à 18 à la minute, alors la chaleur peut l'augmenter, mais d'une façon irrégulière, en le portant à 25 d'abord, puis à 20, puis à 25 de nouveau, sans que cependant le nombre primitif de 28 soit jamais atteint.

Après le calorique, agent universel auquel aucun être vivant ne peut se soustraire, j'ai essayé entre autres substances l'alcool absolu qui, administré par inhalation avec une éponge pendant une minute, peut augmenter de 2 à 4 par minute les battements cardiaques, mais cela d'une façon passagère et non constante; tandis que le même alcool dilué dans des proportions différentes et injecté sous la peau les a toujours fait diminuer: en plaçant une grenouille dans une atmosphère chargée d'oxygène j'obtins une légère augmentation des battements; le même fait se produit en faisant respirer pendant quelques minutes sur une petite éponge une solution d'ammoniaque diluée dans  $\frac{2}{3}$ , à  $\frac{3}{4}$ , d'eau: un centimètre cube d'une solution de chlorure de soude 0 gr. 75 sous la peau donna une légère augmentation, tandis que des solutions plus concentrées donnent une diminution des battements.

Le sulfate neutre d'atropine et le chlorhydrate de cocaïne à la dose de 0 gr. 0025 produisent une légère augmentation, mais à des doses plus fortes ils causent de suite une diminution: de sorte que, pour ce qui concerne la cocaïne, je crois plus vrais les résultats obtenus par Ugolino Mosso (1), quoiqu'il n'ait fait ses expériences que sur des cœurs isolés et avec une circulation artificielle, que ceux de Anrep qui expérimentait sur des cœurs sur place.

Mosso trouva que, à la dose de 0,0002, les battements du cœur augmentaient, tandis que Anrep affirme que des doses entre 0,0005 à 0,0015 ne produisent aucun effet, sauf que cela puisse en partie dépendre du fait qu'il employait des grenouilles plus grosses que les nôtres, qui sont de moyenne grosseur.

---

(1) Archives italiennes de Biologie, t. VIII, fasc. 3, p. 323.

Peut-être qu'en travaillant avec soin, c'est-à-dire en abaissant les doses suivant l'opportunité, il se pourrait que l'on trouvât aussi pour quelques-unes des substances sus-mentionnées, une période pendant laquelle elles produiraient une légère augmentation de la fréquence cardiaque.

En tous cas j'ai toujours observé qu'il s'agit ordinairement d'une augmentation en nombre très faible et la plupart du temps passagère, pour passer ensuite à une diminution, ou retourner quelquefois au *status quo ante*.

En vue d'une telle façon de se comporter du cœur des amphibiens, je pensai que l'on pourrait changer les choses, si au moyen de la température on élevait les battements à un degré tel que l'on pût les mettre en rapport avec ceux des animaux à sang chaud, dont la fréquence cardiaque est faible: en agissant même sur un cœur donnant 40 à 50 battements à la minute, il n'y a pas de changement, au contraire plus la fréquence cardiaque est grande, plus les substances expérimentées tendent en général à l'abaisser.

Il serait curieux de voir comment, de ce côté, les animaux à sang chaud se comporteraient une fois réduits presque à sang froid, avec les différents moyens que nous connaissons, c'est-à-dire en leur coupant la moelle épinière au dessus du renflement brachial, en les plongeant dans un récipient à glace, ou en donnant à la peau un vernis imperméable: de cette façon on peut, sans que l'animal meure, porter un lapin de 39° à 22°, et alors pour ce qui concerne l'excitabilité des nerfs, l'irritabilité des muscles, leur propriété électrique, le ralentissement du cœur et de la respiration etc., on constate qu'ils se rapprochent des animaux à sang froid.

En réfléchissant à l'action puissante de la chaleur sur la rapidité cardiaque, et à la concomitance constante ou au moins générale de la fréquence du pouls et de l'élévation de la température chez les animaux supérieurs sous l'action de différents remèdes et poisons, j'étais presque amené à croire que l'effet obtenu par ces substances était dû à l'augmentation de la température, mais on dirait que pour les batraciens qui sont très sensibles à la chaleur, ces substances n'auraient pas pour cette raison (1), puisqu'on obtient presque toujours

(1) Ce fait pourrait-il concourir à démontrer l'absence ou la grande insuffisance des centres thermiques chez de semblables animaux ?

une action déprimante. Pourra-t-on attribuer ce fait à la faible moyenne respiratoire que l'on rencontre chez la grenouille? Il résulte des expériences de Regnault et Reiset qu'un kilogramme de grenouille absorbe 0 gr. 85 d'oxygène par heure, le double de la marmotte en léthargie, tandis que chez le canard l'on a 1 gr. 882. Mais, d'autre part, c'est un fait que chez la grenouille la respiration et le mouvement moléculaire s'accroissent pendant un travail musculaire énergique, pendant lequel on n'a pas encore pu constater une augmentation des battements cardiaques.

En conséquence de ces faits, les résultats offerts par les grenouilles, surtout en ce qui concerne la fréquence cardiaque, ne peuvent en général s'appliquer directement aux animaux à sang chaud, chez lesquels le cœur constitue, je dirai presque, l'organe le plus sensible pour concourir à révéler, même avec sa fréquence variée, les différents états de l'organisme animal, qui semblent s'y réfléchir comme dans un miroir fidèle, tandis que chez les amphibiens le cœur ou est insensible, ou dénote avec une monotonie presque invariable une dépression de sa fréquence : ce sont des animaux à sang froid et à cœur froid.

### *Études sur la physio-pathologie du cervelet.*

EXPÉRIENCES du Dr A. BORGHERINI (1)

Prof. de pathologie spéciale médicale à l'Université de Padoue.

Rolando, Flourens et successivement tous les expérimentateurs reconnurent que le cervelet exerce une action spéciale sur les mouvements volontaires, sans cependant jamais démontrer clairement en quoi elle consiste. Il y a deux doctrines principales sur cette question : l'une, fondée par Rolando, considère le cervelet comme le générateur

(1) Résumé d'un mémoire publié dans la *Rivista sperimentale di Freniatria*. Vol. XIV, fasc 1<sup>o</sup> et 2<sup>o</sup>, 1888.

d'une force sténique qui se distribue à l'appareil musculaire volontaire, l'autre, due à Flourens, voit dans le cervelet un organe destiné à la coordination des mouvements volontaires; selon la première de ces doctrines, les phénomènes qu'on vérifie après la destruction du cervelet dépendraient d'un manque d'énergie dans les mouvements volontaires, et selon l'autre, d'un désordre de ces mouvements sans diminution de force.

L'Auteur veut étudier avant tout si le cervelet est un organe capable d'engendrer de la force, ou s'il ne sert qu'à coordonner les mouvements.

Il veut ensuite vérifier si dans les animaux chez lesquels on opère sur le cervelet on peut aussi observer les symptômes de la *titubation cérébelleuse* (*ataxie cérébelleuse*), et voir si cette affection diffère plus ou moins, dans sa pathogénie, de l'*ataxie locomotrice* (*ataxie spinale*).

Il se propose enfin de faire de nouvelles recherches microscopiques sur la question relative aux dégénérescences secondaires dépendantes d'une destruction totale ou partielle du cervelet.

Les expériences ont été faites sur des chiens, des cobayes et des rats blancs.

On a l'histoire détaillée de sept de ces animaux. Ajoutez-y une relation des phénomènes et de l'état histo-pathologique observés chez un chien atteint d'une maladie qui présentait tous les caractères de l'ataxie spinale. Ce chien a été tenu en observation pendant un espace de temps suffisamment long, et puis il a été tué.

L'Auteur divise ses observations en deux groupes :

Le premier groupe renferme : 1° l'histoire clinique et l'état histo-pathologique d'un chien dont le cervelet avait été complètement enlevé; 2° l'histoire clinique et l'état histo-pathologique du chien, qui sans avoir subi aucune opération, avait présenté un ensemble de phénomènes essentiellement pareils à ceux qui s'étaient manifestés chez le premier.

La forme clinique observée chez le chien qui avait subi l'ablation complète du cervelet était celle d'une véritable *ataxie locomotrice*, semblable à l'ataxie spinale de l'homme. Elle n'en différait que par ce fait qu'outre le tronc et les quatre extrémités, elle intéressait aussi le cou et la tête. Les mouvements de la queue, des oreilles, des globes oculaires et ceux de la mastication étaient les seuls qu'on voyait s'accomplir régulièrement; les mouvements de la préhension des aliments étaient, au contraire, irréguliers.

La force musculaire de l'animal semblait normale. La natation était plus lente, mais moins lente que la marche; elle présentait aussi des mouvements désordonnés, ce qui faisait que le chien, quand il était jeté dans l'eau, risquait de se noyer. Les extrémités déplacées artificiellement reprenaient leur position, ce qui démontrerait que ce chien n'avait pas perdu le sens musculaire. L'ouïe et les autres sens se trouvaient à l'état normal (1).

Dans le chien qui n'a pas été opéré et qui a présenté le même désordre dans les mouvements, le cervelet, qui, observé macroscopiquement, semblait normal, a offert, à l'examen histologique, une atrophie diffuse de sa substance corticale, bien prononcée dans la couche des cellules de Purkinje, altération semblable à celle que M. Stefani a trouvée dans le cervelet des pigeons chez lesquels on avait pratiqué depuis quelque temps l'ablation des canaux semi-circulaires. Dans ce chien, l'Auteur n'a vu aucune dégénération secondaire dans les pédoncules du cervelet, tandis que cette altération avait été observée dans l'autre.

D'après ce fait, il conclut que l'ataxie locomotrice n'a pas une cause essentielle dans ces dégénérescences, mais bien dans la suppression des fonctions du cervelet.

Le 2<sup>e</sup> groupe renferme l'histoire et l'état histo-pathologique de 6 animaux (4 chiens, 1 cobaye, 1 rat blanc) qui avaient subi une ablation partielle du cervelet.

Un de ces animaux (un chien) tué 13 mois après l'opération, a présenté au commencement et pendant 5 mois environ, un ensemble d'irrégularités locomotrices que l'Auteur désigne par le nom de *Symptômes paraltico-spastiques*. Ces phénomènes diminuèrent peu à peu et furent remplacés par une forme permanente d'incoordination motrice semblable à la titubation cérébelleuse de l'homme. Cette incoordination consistait en des oscillations du tronc sur les extrémités, de la tête et du cou sur le tronc; la station verticale se maintenait par l'écartement des extrémités, et les doigts des pieds faisaient de petits mouvements comme pour assurer l'équilibre. L'animal marchait en obliquant un peu à droite et présentait une certaine agitation qui faisait qu'on ne pouvait guère le voir immobile sur ses quatre pattes.

---

(1) Ces faits ont aussi été constatés par plusieurs membres du congrès médical de Pavie, septembre 1887.

Le saut, la course, la natation s'effectuaient régulièrement, et la force qu'il opposait aux mouvements passifs des extrémités était aussi normale. Le sens musculaire ne semblait pas altéré, ni non plus les autres sens, y compris celui de l'ouïe.

A la nécropsie, on reconnut qu'on avait compris, dans l'ablation, le lobe droit et la partie postérieure du vermis.

Les autres animaux, chez lesquels une partie du vermis avait aussi été conservée, présentèrent une forme analogue d'incoordination motrice, qu'on distingue de l'ataxie locomotrice classique et qui offre beaucoup de ressemblance avec la titubation cérébelleuse qu'on voit souvent dans les lésions cérébelleuses de l'homme.

D'après ces expériences, l'Auteur conclut que les lésions cérébelleuses produisent deux formes différentes de désordres moteurs, dont l'essence est cependant la même.

De l'ablation complète dérive la forme classique de l'ataxie locomotrice spinale, avec cette différence que l'irrégularité locomotrice se vérifie dans tous les mouvements volontaires, même dans ceux de la tête et du cou.

On doit considérer cette ataxie non pas comme l'effet d'un manque d'énergie dans les mouvements, ni d'altération dans l'appareil sensitif, mais bien comme une conséquence de la suppression du centre *coordonnateur* des mouvements.

De l'ablation incomplète, respectant une partie du vermis, dépend un ensemble de phénomènes qui se rapprochent des symptômes de l'ataxie cérébelleuse, qui doit aussi être occasionnée par une lésion du centre destiné à la coordination des mouvements.

De l'examen histologique du système nerveux central des animaux opérés, l'Auteur a déduit la conclusion que les dégénérescences secondaires provenant de la destruction du cervelet ne se vérifient que dans la sphère des pédoncules cérébelleux et des olives inférieures.

Quand la destruction est complète, la dégénération se trouve dans les pédoncules et dans les olives des deux côtés, et lorsque la destruction est unilatérale, la dégénération ne se manifeste que dans les pédoncules du même côté et dans l'olive du côté opposé. On n'a rencontré aucune altération, ni dans les nerfs crâniens, ni dans les nerfs de la moelle épinière.

---

## *La substance colorante rouge de l'Eustrongylus gigas*<sup>(1)</sup>.

NOTE du Dr VITTORIO ADUCCO

aide au laboratoire de Physiologie de l'Université de Turin.

Le 2 avril 1888 je trouvai un *Eustrongylus gigas* femelle, de la longueur de m. 0,765, dans la capsule du rein droit d'un gros chien. Le ver occupait l'espace où se trouvait auparavant le parenchyme rénal. Ce dernier était presque complètement disparu, et, comme le démontra l'examen microscopique, il en restait à peine une légère couche de moins de 1 mm. d'épaisseur et large d'un peu plus de 1 cm. c. à l'un des pôles de la capsule.

Le chien était absolument normal, et pendant le peu de temps qu'il resta au laboratoire il ne présenta aucune espèce de trouble. La sécrétion de l'urine s'accomplissait d'une manière régulière et abondante, bien que l'un des reins manquât et que l'autre, à en juger par le poids, ne se fût pas hypertrophié.

Dans l'intérieur de la capsule, à part le ver, on ne trouva ni pus, ni sang. Ses parois étaient lubrifiées par une quantité minime de liquide et présentaient çà et là des érosions comme si elles eussent été légèrement râclées. Il est probable que la bouche du ver s'était appliquée sur ce point pour en sucer le sang. En fait, dans le tube digestif du nématode, il y avait des globules rouges discoïdes et sans noyau. Après avoir lavé la capsule avec un peu de chlorure de sodium à 0,75 %, j'examinai ce liquide au microscope et j'y trouvai une grande quantité d'œufs d'*Eustrongylus*. Je trouvai aussi des œufs dans le tube digestif de l'helminthe et dans les urines du chien; ce qui prouve que le ver avait avalé les œufs émis et le peu de liquide qui humectait les parois de la capsule rénale et que le passage à travers l'uretère du chien était libre. Le contenu du tube digestif était acide. Le ver avait une belle couleur d'un rouge très vif, avec

---

(1) *R. Accademia dei Lincei*. Vol. IV, fasc. 7, 1888.



de petites taches noires. Bien que je ne lui aie vu faire aucun mouvement, je ne doute point cependant qu'il ne fût encore vivant, puisque, comme je l'ai dit, il y avait encore dans le tube digestif beaucoup de corpuscules rouges du chien très bien conservés. On reconnut ensuite que les petites taches et les marbrures noires étaient dues au fait que, sur quelques points disséminés irrégulièrement, le sac musculo-cutané du ver était plus mince et par conséquent plus diaphane, et c'est grâce à cette transparence qu'on apercevait sur ces points le tube digestif de couleur brun-foncé comme l'ardoise.

En prenant le ver par l'une de ses extrémités et en le soulevant verticalement, il arrivait ce qui se produit dans un tube à parois souples (comme par exemple dans un morceau d'intestin) et plein de liquide; la partie inférieure se gonflait, tandis que la partie supérieure devenait flasque. Donc, le ver était plein d'un liquide situé dans une cavité unique ou dans plusieurs cavités communiquant entre elles.

La partie supérieure du ver mis dans cette position conservait inaltérée sa propre couleur rouge; il la conserva même encore après qu'on eut fait écouler, par une incision pratiquée dans le sac musculo-cutané, tout le liquide contenu et qu'on eut lavé plusieurs fois la cavité avec une solution indifférente.

Le liquide ainsi obtenu, en quantité de 25 c. c. environ, avait une couleur rouge-rubis; il était contenu dans la cavité périscoelique du ver.

Ce ver présentait donc une hémolymphes de couleur rouge et, en outre, les parois du sac musculo-cutané étaient colorées en rouge plus vif.

Sur le conseil du prof. A. Mosso, je commençai des recherches pour reconnaître la nature de la substance colorante d'où provenait la couleur rouge tant de l'hémolymphes que des parois du corps du ver.

#### Examen de l'hémolymphes de l'*Eustrongylus gigas*.

C'est un liquide de couleur rouge-rubis foncé. Il a une réaction légèrement alcaline, une odeur *sui generis*, un aspect un peu trouble. Quand on l'examine au microscope, on voit une quantité innombrable de corpuscules discoïdes, incolores, homogènes, qui se colorent avec différents réactifs et spécialement avec le picro-carminate d'ammoniaque. Après filtration il en résulte un liquide d'une transparence parfaite.

*Poids spécifique.* — Je déterminai la densité de ce liquide et je la comparai avec celle du sérum de sang du chien dans lequel fut trouvé le ver. Comme le liquide était en très petite quantité je me servis du pycnomètre (1).

La densité de l'hémolymph de l'*Eustrongylus* se trouva égale à 1,0037, tandis que celle du sérum de sang se trouva égale à 1,0271 (2). Sous ce rapport il n'y a donc aucune ressemblance entre les deux liquides.

*Coagulation.* — Le liquide de l'*Eustrongylus* ne se coagule pas spontanément. Lorsqu'il est traité par l'alcool il donne un précipité très peu abondant. La même chose arrive lorsqu'on le traite par les acides et par les alcalis. La manière dont il se comporte par rapport à la chaleur est remarquable, spécialement en le comparant avec le sérum de sang et avec les solutions d'hémoglobine pure. Pour faire cette expérience, je mettais des quantités égales de liquide d'*Eustrongylus*, de sérum de chien et de solution d'hémoglobine fraîche, préparée par la méthode de Zinoffsky (3), dans de petits tubes du diamètre de 4 mm. environ et à parois très minces. J'attachais les trois petits tubes autour du bulbe d'un thermomètre de façon que le fond des petits tubes correspondît au fond du réservoir de mercure. Puis je plongeais le tout dans un bain à huile, comme ceux qu'on emploie pour déterminer le point de fusion d'une substance, et je chauffais lentement. Je répétai plusieurs fois la preuve de cette manière et je trouvai constamment qu'une solution d'oxyhémoglobine, aussi colorée que le liquide du ver, commence à se coaguler vers 60° c., le sérum de sang vers 67°-68°, le liquide de l'*Eustrongylus* vers 80° (4).

(1) GSCHIEDLEN, *Physiologische Methodik*, 1876, p. 62.

(2) La densité du sérum de chien serait égale, suivant Hoppe-Seyler, à 1025, c.-à-d. un peu moins que le nombre trouvé dans le cas présent.

(3) ZINOFFSKY, *Ueber die Grösse des Haemoglobinmoleküls* (*Zeitschrift für physiol. Chemie*, X, pp. 16-34).

(4) A propos du point de coagulation de l'hémolymph des vers je rappellerai quelques données qui se trouvent dans les travaux de Krukenberg (\*). Celui-ci trouva que l'hémolymph de *Spirograps Spallanzanii* se coagule entre 64° et 66°. L'hémolymph de *Lumbricus complanatus* se coagule vers 64°. Le liquide périentérique alcalin du *Sipunculus nudus* se coagule en partie à 65°, en partie entre

(\*) C. FR. W. KRUKENBERG, *Zur vergleichenden Physiologie der Lympha, der Hydro- und Hämolymphe* (*Vergleichend-physiologische Studien*. II. Reihe, Erste Abthlg., pp. 87-138).

Comme quelques-uns des liquides cités en note, l'hémolymph de l'*Eustrongylus gigas* présente, elle aussi, deux points de coagulation. Si l'on met quelques c. c. d'hémolymph dans un petit tube d'essai et que l'on chauffe de la manière susdite jusqu'à 85° pendant quelques minutes, on peut alors être certain que tout ce qui était coagulable à 80° est coagulé. Si alors on filtre bien et si l'on porte de nouveau le liquide filtré dans le bain à huile et que l'on chauffe, on trouve que le liquide va jusqu'à l'ébullition sans devenir opaque. La température s'élève encore jusqu'à 103° sans qu'il se produise aucune modification dans le liquide. Si l'on cesse alors de chauffer, le liquide commence bientôt à se troubler lorsque, par suite du refroidissement successif, la température redescend à 100°-99°. Le liquide devient rapidement blanc comme du lait et tout à fait opaque.

Avec un repos prolongé il se forme ensuite un dépôt peu abondant et, au dessus, il reste un liquide limpide coloré en jaune-rouge, lequel, même en le portant à la température de 110°, ne se coagule plus.

L'hémolymph de l'*Eustrongylus* se comporte donc d'une manière complètement différente de ce qui a lieu pour d'autres liquides analogues d'animaux appartenant à la classe des vers.

D'après les recherches faites sur le mode dont il se comporte en se coagulant par l'effet de la chaleur, il faut conclure qu'il contient deux substances dont l'une se coagule à la température de 80° environ, l'autre à la température d'environ 100°. Mais il y a plus. La seconde substance coagulable de l'hémolymph de l'*Eustrongylus* se coagule à la température de 99°-100°, mais seulement après qu'elle a été chauffée à une température supérieure à 100°. Il ne me semble pas trop téméraire de penser que la dite substance, en réalité, ne

75 et 79°. Le liquide verdâtre alcalin que l'on obtient de la *Bonellia viridis* ne se coagule pas même à 100°. Au contraire le liquide clair comme de l'eau que l'on peut recueillir de l'*Aphrodite aculeata*, se coagule aussi à deux reprises, avoir, une première fois vers 60° et une seconde vers 77°. Sorby (\*) examina l'hémolymph du genre *Planorbis* et vit qu'il se coagulait déjà à 45°. L. Frentz (\*\*), a trouvé dans un poulpe, l'*Octopus*, que la substance colorante du sang, l'hémocyanine, en solution devient opalescente à 65° et est coagulée à 74° C.

(\*) H. C. Sorby, *On the evolution of haemoglobin* (*Nature*, vol. XIII, 17 Novr. 1876, p. 396, cité par Ehrenberg).

(\*\*) L. Frentz, *Sur l'organisation et la physiologie du poulpe* (*Bulletin de l'Académie royale de Suède*, 3<sup>e</sup> série, t. XLVI, n. 11, 1878).

soit pas coagulable à 99°-100°, mais que, par l'action d'une température supérieure, elle se modifie de façon à le devenir.

Quoi qu'il en soit, il est de fait que l'hémolymph de l'*Eustrongylus gigas*, pour ce qui regarde la température de coagulation, ne ressemble ni au sérum de sang, ni aux solutions d'oxyhémoglobine pure de chien (1).

On voit, par conséquent, que c'est un liquide spécial, propre au ver, et non, comme on aurait pu le soupçonner, identique au sérum de sang du chien dans lequel le nématode vivait.

*Action de l'ébullition.* — L'hémolymph de l'*Eustrongylus* portée à l'ébullition donne un caillot floconneux. En laissant déposer ce précipité ou en le faisant déposer avec la machine centrifuge, on obtient un liquide qui a la même couleur que l'hémolymph mais moins intense, comme s'il s'agissait d'hémolymph diluée. Ce liquide examiné au spectroscope présente les mêmes stries qui se voyaient avant l'action de la chaleur.

Il semble dès lors que la substance colorante de l'hémolymph, même soumise à une température de 100°, ne se transforme pas, comme il arriverait pour l'oxyhémoglobine, laquelle, comme on sait, se dédouble en hématine et en albumine quand elle est chauffée seule ou en présence d'un acide ou d'un alcali.

*Réaction de gaïac ou de Almen-Schönbetn* (2). — Quelques gouttes d'hémolymph de *Eustrongylus* ajoutées à un mélange de térébenthine vieille et de teinture récente de résine de gaïac donnent une coloration d'abord verte, puis vert-azur, et enfin azurée.

*Recherche du fer et de l'azote.* — L'hémolymph de l'*Eustrongylus* donna la réaction du fer et celle de l'azote absolument comme une solution d'oxyhémoglobine pure.

(1) Selon HOPPE-SEYLER (*Handbuch der physiol. u. path.-chem.-Analyse*. IV ed. 1875, p. 232), la séralbumine se coagule à 72°-73°, de même l'albumine d'œuf.

Selon L. FREDERICQ le fibrinogène du plasma sanguin se coagule à 55°-57°, De l'existence dans le plasma sanguin d'une substance albuminoïde se coagulant à + 56° (*Annales de la Société de médecine de Gand*, 1887. *Recherches sur la constitution du plasma sanguin*. Gand, 1878, p. 25).

Selon HAMMARSTEN, *Ueber das Paraglobulin* (*Pflüger's Arch.*, 1878, vol. XVIII, p. 67), la paraglobuline du sang se coagule à 75° et également à 75° la vitelline (WEYL, *Beiträge zur Kenntniss thierischer und pflanzlicher Eiweisskörper*. — *Zeitschrift f. physiol. Chemie*. Vol. I, p. 72).

(2) S. LAACHE, *Analisi dell'orina per i medici pratici*. Traduit par Mya, p. 113; G. BIZZOZERO, *Microscopia clinica*. Traduit par Ch. Firket, 1883, p. 50.

*Examen et réactions spectroscopiques.* — Pour faire cette étude, je me suis servi d'un petit spectroscope de Browning avec lequel je me faisais une première idée de la disposition des stries, du microspectroscope de Zeiss (1) avec lequel je mesurais en micromillimètres quelle était la longueur d'onde ( $\lambda$ ) qui correspondait à chaque strie, et enfin, dans les cas douteux, je recourais au spectroscope de Laurent grand modèle à deux prismes avec graduation arbitraire micrométrique. Dans ce dernier cas je produisais la strie de sodium ou celle de potassium et je disposais l'échelle micrométrique de manière qu'une division déterminée correspondit à la strie d'émission, par ex., du Na, et je faisais toutes les observations sans jamais déplacer l'échelle. Naturellement je ne changeai jamais l'ampleur de la fente, ni l'intensité de la source de lumière.

Je noterai avant tout que l'intensité de la couleur de l'hémolymphe de l'*Eustrongylus gigas* correspondait à peu près à celle d'une solution d'oxyhémoglobine à 1 p.  $\%$ . Cela est si vrai que les stries d'absorption du spectre étaient à peu près également étendues et également marquées par les couches d'égale épaisseur soit d'hémolymphe, soit de solution d'oxyhémoglobine 1  $\%$ . Avec le chromomètre de Bizzozero (2) il fallait prendre des épaisseurs peu différentes de solution hémoglobinique 1  $\%$  et d'hémolymphe pour avoir une intensité de couleur égale à celle du verre coloré échantillon.

L'examen spectroscopique à frais fait avec le spectroscope de Laurent donna les résultats suivants, la strie du sodium étant entre 59 et 61 de l'échelle micrométrique (3). Une couche de cm. 0,5 présente deux stries d'absorption, la première immédiatement à droite de la ligne D de Fraunhofer entre les divisions 60 et 75, et la seconde près de la ligne E entre les divisions 85 et 115. A partir de la division 150

(1) R. GSCHIEDLEN, *Physiologische Methodik*. Braunschweig, 1887, III. Lieferung, p. 370 etc.

(2) G. BIZZAZERO, *Manuale di microscopia clinica*. Traduit par Ch. Firket, 1883, pp. 26-36.

(3) Le spectroscope du Laboratoire de Physiologie de Turin a été gradué par M. le prof. A. COSSA. La strie du sodium étant à la division 60 de l'échelle micrométrique, on trouve dans le spectre les longueurs d'onde suivantes correspondant respectivement aux divisions indiquées ci-dessous: 670,5/<sub>1000000</sub> de mm. à la division 14; 652,2 à la 20; 643,8 à la 27; 588,9 à la 60; 578,1 à la 67; 570 à la 73,5; 567,2 à la 80; 550 à la 90; 546,4 à la 93; 538,7 à la 100; 534,9 à la 103,5; 519,3 à la 120; 510,1 à la 130; 502,1 à la 140; 494,1 à la 150; 486,7 à la 190.

le spectre est absorbé (bleu, indigo, violet). L'extrémité gauche du rouge est obscurcie. Avec une couche de cm. 0,2 on a un beau spectre avec deux stries, l'une entre 60 et 75, l'autre entre 90 et 110.

Une solution d'oxyhémoglobine qui a une couleur semblable, comme intensité, à l'hémolymphé présenta, dans une couche de cm. 0,2 également, deux stries qui occupaient la même portion de spectre. En augmentant l'épaisseur de cette solution d'oxyhémoglobine j'obtins, dans sa manière de se comporter au spectroscope, des variations analogues à celles obtenues par l'hémolymphé.

Ayant examiné simultanément, soit avec le spectroscope Laurent, soit avec le microspectroscope de Zeiss, l'hémolymphé et une solution également colorée d'oxyhémoglobine, je me convainquis que les deux spectres obtenus ne présentaient aucune différence notable. On peut donc affirmer que l'hémolymphé fraîche et intacte de l'*Eustrongylus gigas* a un spectre d'absorption analogue, sinon identique, à celui de l'oxyhémoglobine.

Ce premier fait établi, je me mis à étudier l'action des différents réactifs (substances alcalines, substances acides, substances réductrices et substances oxydantes), celle du vide, celle de la chaleur et celle de la putréfaction.

Pour ne pas le répéter à chaque expérience, je dirai de suite que j'ai toujours fait les preuves de contrôle avec des solutions d'oxyhémoglobine qui avaient la même intensité de couleur que l'hémolymphé et qui étaient en quantité égale et d'égale épaisseur. La strie du sodium se trouvait toujours entre 59 et 61 de l'échelle micrométrique.

*Action de la potasse caustique.* — Je prépare deux solutions également colorées mais avec peu d'intensité, une de liquide d'*Eustrongylus*, l'autre d'oxyhémoglobine. Toutes les deux, au spectroscope, présentent deux stries; la première entre 60 et 75, la seconde entre 90 et 110.

J'ajoute alors, dans d'égales quantités de chaque solution, une quantité égale de potasse caustique diluée. L'hémolymphé de l'*Eustrongylus* devient immédiatement jaune, la solution d'oxyhémoglobine légèrement rosée. Toute strie disparaît dans les deux.

Quinze heures après, la solution d'oxyhémoglobine est devenue jaune et ne donne aucune strie. L'hémolymphé, au contraire, s'est divisée en deux couches, l'une supérieure jaune et qui ne donne pas de stries, l'autre inférieure constituée par un précipité ténu, floconneux, de couleur rouge et qui présente deux stries, dont

la première (75-90) est très obscure

la seconde (105-115) à peine visible.

C'est le spectre de l'hémochromogène. La modification observée dans l'hémolymphé comparut dans la solution d'oxyhémoglobine seulement après cinq jours; alors dans la couche inférieure rouge le spectre était absorbé

1° entre 78-90 avec intensité

2° entre 105-115 d'une manière à peine perceptible.

Donc les deux liquides, par rapport à la potasse caustique, se comportent d'une manière différente. L'hémolymphé, en quelques heures, donne de l'hémochromogène; l'oxyhémoglobine de sang de chien seulement après plusieurs jours.

*Action de l'acide tartarique.* — Deux solutions comme les précédentes sont traitées par d'égales quantités d'acide tartarique. La solution d'oxyhémoglobine devient immédiatement jaune et présente la strie de l'hématine acide dans le rouge, c.-à-d. entre 18 et 30. L'hémolymphé ne change pas de couleur et conserve ses deux stries (60-70; 90-110). 48 heures après, le spectre de la solution d'oxyhémoglobine n'est pas changé, celui de l'hémolymphé laisse voir une ombre presque imperceptible entre 25 et 35. Il y a deux stries très marquées

la première entre 60 et 75

la seconde entre 90 et 115;

après 125 tout est absorbé.

5 jours après, le spectre de la solution d'oxyhémoglobine présente une strie entre 15 et 31 et absorption complète au delà de 60. Celui de l'hémolymphé a une strie d'absorption très obscure entre 25 et 40, une seconde strie entre 60 et 70; après 35 tout est absorbé.

9 jours après, dans la solution d'oxyhémoglobine, il n'y a aucun changement. L'hémolymphé au contraire a un spectre un peu différent. La strie entre 25 et 40 est devenue plus obscure, celle entre 60 et 70 est presque imperceptible (1).

Donc, on voit que la même quantité d'acide tartarique, laquelle, agissant sur une solution aqueuse d'oxyhémoglobine, la décompose immédiatement donnant lieu à de l'hématine acide, en agissant au contraire sur une solution également colorée d'hémolymphé d'*Eustrongylus* produisit, seulement après plus de 48 heures, une légère réduction en engendrant de la méthémoglobine.

---

1) Ce fait concorde avec ce que je trouvai en étudiant les propriétés de la méthémoglobine. Dans un travail, que je publierai dans peu sur ce sujet, je démontrerai que la strie devient toujours d'autant plus pâle qu'il se forme plus de méthémoglobine et qu'il reste moins d'oxyhémoglobine inaltérée.

*Action du ferricyanure de potassium (1).* — J'ajoute à des quantités égales d'hémolymphe diluée et de solution d'oxyhémoglobine, qui au spectroscope présentent les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$ , une même et très petite quantité de solution de prussiate rouge préparé de frais.

Cette adjonction donne lieu, dans la solution d'oxyhémoglobine, tout d'abord à la disparition de toute strie et à un jaunissement du liquide; puis, de suite après, comparait une nouvelle strie non très marquée mais évidente entre 30 et 40. Au contraire la solution d'hémolymphe ne présente aucune strie dans le rouge; les stries  $\alpha$  et  $\beta$  devinrent seulement plus pâles, puis disparurent complètement.

En employant une solution plus concentrée d'hémolymphe et d'oxyhémoglobine, et en traitant par le ferricyanure on observa le même phénomène avec la différence que la solution d'oxyhémoglobine, dans ce second cas, présentait beaucoup plus marquée la strie de la méthémoglobine.

15 heures après, les deux solutions, celle de l'oxyhémoglobine et celle de l'hémolymphe, ont à peu près la même couleur jaune; mais la première contient de la méthémoglobine, la seconde n'en contient pas.

Trois jours après, j'observai que les deux liquides traités par le ferricyanure et restés dans de petits tubes fermés à la température ambiante (de 14°-15°) avaient pris une teinte différente: la solution d'oxyhémoglobine était rouge, la solution d'hémolymphe était rose. A l'examen spectroscopique je vis, dans les deux liquides, une seule strie correspondant à celle de l'hémoglobine réduite (2). En agitant fortement, les deux stries reparurent.

Le ferricyanure de potassium transforme rapidement l'oxyhémoglobine en méthémoglobine et réduit très lentement la substance colorante de l'hémolymphe, sans cependant donner lieu à de la méthémoglobine.

*Action du sulphydrate d'ammonium.* — En traitant par d'égales quantités de solution allongée de sulphydrate d'ammonium, des quantités égales de solutions d'hémolymphe et d'oxyhémoglobine également colorées contenues dans de petits tubes du même calibre, on voit, en observant avec le spectroscope, qu'elles se comportent d'une manière différente. La solution d'oxyhémoglobine est réduite, les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$  disparaissent et cèdent la place à la strie unique plus large de

(1) V. MERING, *Ueber die Wirkung des Ferricyankalium auf Blut* (Zeitschr. f. physiol. Chemie. Vol. VIII, 1883-84, p. 186). Ce fut Jaederholm qui, le premier, trouva que, en ajoutant du ferricyanure de potassium à une solution d'hémoglobine, il se produit une coloration brune et qu'il se forme de la méthémoglobine.

(2) L. HERMANN, *Notiz betr. das reducirte Hämoglobin* (Pflüger's Archiv, 1898, vol. XVIII, p. 235).



l'hémoglobine réduite. La substance colorante de la solution d'hémolymphe est transformée en hémocromogène, comme il arriva aussi par l'action de la potasse caustique. Les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$ , qu'elle avait avant l'adjonction de la substance réductrice, sont remplacées par deux autres stries qui, par rapport aux précédentes, sont déplacées vers le violet. De ces deux stries, la première est très obscure et la seconde très pâle.

L'hémolymphe traitée par le sulfhydrate d'ammonium étant restée exposée à l'air jusqu'au matin suivant, je trouvai qu'elle avait repris sa couleur primitive et que les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$  avaient reparu; dans la solution d'oxyhémoglobine, au contraire, persistait encore la strie de l'hémoglobine réduite.

*Action du vide.* — Deux solutions également colorées d'oxyhémoglobine et d'hémolymphe et qui donnent dans le spectre deux stries identiques

1<sup>ère</sup> 60-75  
2<sup>ème</sup> 90-110

sont mises dans des tubes de verres de diamètre égal et soumises à l'action du vide obtenu au moyen de la pompe à mercure de Pflüger (1), aidant l'action de la décompression atmosphérique en chauffant à une température entre 38° et 40°. Pendant qu'on fait agir le vide, on examine le liquide contenu dans les tubes avec le spectroscope de Browning.

Faisant ainsi je trouvais que, tandis que la solution d'oxyhémoglobine ne tardait pas beaucoup à se réduire et à présenter la strie de l'hémoglobine réduite entre 55 et 110, la solution d'hémolymphe, au contraire, restait sans changement même en prolongeant l'action du vide et en chauffant à une température d'environ 50°. Pour donner une preuve de la résistance de la substance colorante de l'hémolymphe, je dirai que l'action du vide se prolongea sur elle pendant un temps considérable que le volume du liquide se réduisit à moins d'un tiers, tandis que pour la solution d'oxyhémoglobine le temps d'action avait été beaucoup plus court et le volume s'était réduit aux deux tiers du volume primitif.

Une des différences les plus notables entre l'oxyhémoglobine et la

1. R. GACHEIDLEN, *Physiol. Methodik*, pp. 443-450; E. CRYN, *Methodik d. phys. Experimente u. Vivisectionen*, p. 231 etc., plan. XXXI, fig. 4.

substance colorante de l'hémolymph de l'*Eustrongylus gigas* consiste précisément dans la diversité de résistance respective qu'elles présentent à l'action du vide. La difficulté de réduire la substance colorante de l'hémolymph de l'*Eustrongylus* s'était déjà manifestée en la traitant par le sulfhydrate d'ammonium.

A ce sujet je dois rappeler l'attention sur l'autre fait que, par l'action du ferricyanure de potassium, la réduction se produisit après trois jours sans qu'on passât par le stade de la méthémoglobine.

*Action de l'oxyde de carbone.* — Je fais passer pendant 5 minutes un courant lent de CO (1) à travers une solution d'oxyhémoglobine et une d'hémolymph de l'*Eustrongylus* qui présentaient toutes deux le même spectre d'absorption, savoir:

$$\alpha = 60-75$$

$$\beta = 90-110.$$

La solution d'oxyhémoglobine prend rapidement une couleur rouge plus vive et les deux stries se déplacent

$$65-80$$

$$95-115.$$

La solution d'hémolymph ne change pas de couleur, même après 10' d'action du CO et les stries ne se modifient pas non plus. Toutefois, en prolongeant davantage l'action du CO et en l'aidant en chauffant le liquide jusqu'à 40°, on obtint aussi le déplacement des deux stries vers le violet comme pour la solution d'oxyhémoglobine.

Après 24 heures, aussi bien dans un cas que dans l'autre, on voit toujours les deux stries de l'hémoglobine oxycarbonique et elles ne se modifient pas, même en agitant fortement en présence de l'air.

*Action de la chaleur.* — Je prépare trois petits tubes de calibre égal et bien bouchés avec du coton. Le premier contient une solution d'oxyhémoglobine pure, le second une solution d'oxyhémoglobine avec méthémoglobine, le troisième une solution d'hémolymph. L'examen spectroscopique donna les résultats suivants:

$$1^{\circ} \text{ Deux stries; savoir } \alpha = 60-75$$

$$\beta = 90-110$$

$$2^{\circ} \text{ Trois stries}$$

$$30-40 \text{ à peine perceptible}$$

$$60-75$$

$$90-110$$

$$3^{\circ} \text{ Deux stries}$$

$$60-75$$

$$85-115.$$

---

(1) E. JUNGFLIEß, *Manipulations de Chimie*, 1884, p. 524.

Je mets les trois petits tubes dans une étuve d'Arsonval réglée à 42°.

Après cinq heures environ:

1° Présente une strie marquée dans le rouge 30-40;

2° La strie entre 30 et 40 est plus obscure;

3° Se maintient sans changement.

Après environ vingt-deux heures:

1° Strie très marquée entre 30 et 40; les stries  $\alpha$  et  $\beta$  plus effacées. Après 40 absorbé.

2° Plus large et plus noire la strie dans le rouge. Maintenant elle s'étend de 25 à 40. Les stries  $\alpha$  et  $\beta$  sont moins obscures.

3° Aucune modification, sauf une plus grande diffusion de  $\alpha$  et  $\beta$ .

La couleur des solutions 1 et 2 est devenue jaune-rosé, tandis que le n. 3 conserve à peu près sa couleur primitive.

Après 4 jours: 1 et 2 présentent la strie de la méthémoglobine fortement plus marquée. Le n. 3 ne présente pas d'autre modification que celle déjà indiquée.

Donc, après quatre jours de permanence dans l'étuve à la température de 42°, la substance colorante de l'hémolymphe de l'*Eustrongylus* ne subit aucune altération, tandis que la substance colorante du sang, après quelques heures seulement, avait fourni de la méthémoglobine en quantité suffisante pour être très évidente au spectroscope (1).

*Action de la putréfaction.* — Une petite quantité d'hémolymphe tenue pendant onze jours dans la chambre à la température de 14°-15° ne présenta pas la plus petite altération dans la couleur, dans la limpidité et dans les propriétés spectroscopiques. Au contraire, du sérum de sang contenant de l'oxyhémoglobine dissoute et des solutions d'oxyhémoglobine pure tenue dans les mêmes conditions, présentaient ou réduction de l'oxyhémoglobine en hémoglobine réduite, ou formation de méthémoglobine.

Cependant trois jours plus tard on observa une modification profonde. Le liquide hémolympatique contenu dans le tube d'essai se divisa en deux couches: une couche profonde de couleur rouge-violacé et une couche superficielle de couleur rouge-vif, nettement séparées l'une de l'autre. A la superficie du liquide s'était formé un voile mince de couleur blanc-sale constitué par d'innombrables bactéries. Le li-

(1) Selon G. Hayem, il est nécessaire que la quantité de méthémoglobine atteigne environ 10%, de la quantité totale de substance colorante, pour que le spectre devienne caractéristique (G. HAYEM, *La méthémoglobine d'origine médicamenteuse*. *Revue scientifique*, III série, vol. XXXVII de la collection, 1886, pp. 717-721).

guide avait une forte réaction alcaline reconnaissable avec les papiers communs. L'examen spectroscopique démontra que l'hémolymph, dans les couches profondes, présentait une seule strie qui correspondait exactement à celle de l'hémoglobine réduite, tandis que, dans les couches superficielles, elle présentait encore les deux stries semblables à celles de l'oxyhémoglobine. Quelques jours après tout le liquide avait pris une couleur rouge-violacé et donnait la caractéristique strie unique de l'hémoglobine réduite.

On put, avec l'hémolymph réduite par œuvre de la putréfaction, reconstituer facilement l'hémolymph non réduite, rien qu'en agitant le liquide.

Dans le liquide ainsi traité, un courant d'oxyde de carbone donna rapidement lieu à la formation des stries de l'hémoglobine oxycarbonique.

De même aussi, en traitant par le ferricyanure de potassium, j'obtins de suite la strie de la méthémoglobine dans le rouge.

Malheureusement la petite quantité de liquide disponible ne me permit pas de faire d'autres recherches sur la substance colorante de l'hémolymph qui avait déjà subi la putréfaction.

On peut donc conclure que la substance colorante de l'hémolymph subit, par l'action de la putréfaction, un changement grâce auquel ses propriétés deviennent beaucoup plus semblables et peut-être identiques à celles de l'oxyhémoglobine.

Il peut se faire que le processus de putréfaction ne soit pas seul à produire cet effet, mais tout agent capable de donner lieu à la formation d'une seule strie à la place des deux stries normales de l'hémolymph.

Après 24 jours, le liquide de l'*Eustrongylus* avait une odeur très désagréable et était devenu trouble. Sa réaction était devenue fortement alcaline et il était couvert d'une épaisse patine faite de bactéries. Au spectroscope il présentait une unique strie identique à celle de l'hémoglobine réduite. Il n'y avait pas trace de méthémoglobine. En agitant il prit une couleur rouge plus vive et alors apparurent immédiatement les deux stries de l'oxyhémoglobine.

Au contraire, une petite portion d'hémolymph portée à la température de 93°, quand la putréfaction n'était pas encore commencée, et puis laissée décanter jusqu'à séparation complète du précipité, laissait voir encore, après 24 jours, les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$  très évidentes. Quatre jours plus tard seulement, il se forma deux couches, une superficielle de couleur rouge-vermeil dans laquelle on voyait les stries  $\alpha$  et  $\beta$ , et une profonde de couleur rouge-violacé qui donnait une strie unique.

En faisant ces observations sur la putréfaction on vit que, par rapport à la réaction, l'hémolymph se comporte différemment des solutions d'hémoglobine et de celles du sang. Ces dernières et spécialement

les solutions d'oxyhémoglobine, même dans le chlorure de sodium 0,75 %, s'acidifièrent, et leur substance colorante se transforma en partie en méthémoglobine. L'hémolymph de l'*Eustrongylus*, au contraire, après un temps très long (un mois) devint beaucoup plus alcaline qu'auparavant et sa substance colorante se réduisit en un pigment qui, au spectroscope, se comporta d'une manière identique à celle de l'hémoglobine réduite.

Il faut aussi noter que, en alcalisant les solutions acidifiées de sang et d'hémoglobine, il se produit de l'hématine alcaline. L'hémolymph de l'*Eustrongylus*, au contraire, malgré la forte alcalinité acquise, ne présenta pas de trace d'hématine alcaline.

*Détermination de la résistance de la substance colorante de l'hémolymph de l'Eustrongylus gigas.* — La majeure partie des expériences précédentes m'avaient amené à la conviction que dans l'hémolymph de l'*Eustrongylus gigas* était contenue une substance colorante analogue à l'oxyhémoglobine du sang, mais plus résistante. Pour m'assurer du fait, j'ai voulu soumettre la substance colorante de l'*Eustrongylus* à l'action de la solution d'acide acétique 10 p. % ou de soude caustique également à 10 p. %, en suivant les indications données par Körber, puis par Krüger.

Les recherches de Körber (1) et celles de Krüger (2) ont démontré que les stries  $\alpha$  et  $\beta$  de l'oxyhémoglobine du sang de divers animaux disparaissent en des temps différents, quand des volumes égaux de solutions d'oxyhémoglobine également concentrées sont traités par des volumes respectivement égaux d'acide acétique ou de soude caustique à 10 %. Selon ces observateurs, le fait dépend de la plus ou moins grande altérabilité de la substance colorante (3).

J'ai fait l'expérience de la manière suivante :

Dans un petit tube de verre, je versai un cc. d'hémolymph de *Eustrongylus* et dans un autre petit tube parfaitement égal, je mis un cc. de solution d'oxyhémo-

1. E. KÖRBER, *Ueber Differenzen des Blutfarbstoffs*. Inaugural Dissertation. Jena, 1881.

2. F. KRÜGER, *Ueber die ungleiche Resistenz des Blutfarbstoffs verschiedener Thiere gegen zersetzende Agentien* (Zeitschrift für Biologie, 1888, vol. XXIV, pp. 316-334).

3. Körber fit ses expériences directement sur le sang; c'est pourquoi Preyer en avait contesté les résultats. Mais Krüger les confirma en faisant les expériences sur l'oxyhémoglobine pure.

globine pure 1 %. Les deux liquides présentaient la même couleur, et, examinés au spectroscope, ils avaient un même spectre d'absorption. Alors je versai dans chacun  $\frac{2}{10}$  de cc. de solution d'acide acétique 10 %. Après trois minutes, toute trace de strie était disparue du spectre de la solution d'oxyhémoglobine et le liquide avait pris une couleur jaune un peu trouble. Au contraire, dans le spectre de l'hémolymph, les stries  $\alpha$  et  $\beta$  n'étaient complètement disparues qu'après six jours, c'est-à-dire après 244 heures.

Donc, pour produire un même effet tel que la disparition des stries caractéristiques d'absorption, on employa un temps 4880 fois plus considérable pour la substance colorante de l'hémolymph de l'*Eustrongylus*. Ceci, jusqu'à un certain point, donnerait le droit d'attribuer au pigment de l'hémolymph une résistance 4880 fois plus grande que celle de l'oxyhémoglobine du chien.

Je procédai de la même manière pour déterminer la résistance opposée à la solution de soude caustique 10 %. Les résultats ne furent pas égaux aux précédents. En effet à la suite de l'addition de la solution sodique l'hémolymph devint immédiatement d'une couleur jaune-verdâtre et toute strie d'absorption disparut. La solution d'oxyhémoglobine ne changea de couleur et de propriétés spectroscopiques que 2 minutes après. Douze heures plus tard, l'hémolymph présentait sur le fond une légère couche de couleur rouge-vif, tandis que la partie supérieure était jaune. La solution d'oxyhémoglobine était encore jaune comme le jour d'avant.

Je ne saurais à quoi attribuer cette manière de se comporter de l'hémolymph sous l'action de la solution sodique, puisque, comme il résulte des recherches de Körber et de celles de Krüger, les espèces d'hémoglobine qui résistent bien à la solution acétique résistent aussi à la solution sodique. Il peut se faire qu'une certaine influence soit exercée par la réaction du liquide, laquelle, dans le cas présent, était alcaline pour l'hémolymph et légèrement acide pour la solution hémoglobinique.

*Préparation des cristaux de la substance colorante de l'hémolymph.* — J'ai soumis l'hémolymph à quelques-uns des différents traitements qu'on emploie pour obtenir l'oxyhémoglobine du sang à l'état cristallin. Ni par la méthode de Rollet (1), ni par celle de

---

(1) ROLLET, *Versuche und Beobachtungen am Blute* (Sitzungsberichte der mathem.-naturw. Classe der kaiserl. Akad. der Wissensch., Bd. 43. II. Abthlg., p. 77, 1863, et MOLESCHOTT's *Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere*. IX. Band. 1865, p. 36.

Hoppe-Seyler (1), ni par celle de Kunde (2) je n'ai pu obtenir de cristaux. Le plus souvent la substance colorante se précipitait sous forme de granules d'une couleur jaune-rosé plus ou moins marquée.

De même, avec la méthode conseillée par Gscheidlen (3), et qui consiste à tenir pendant quelques jours, à une température de 37°, un petit tube plein de sang et soudé à la lampe, puis à faire évaporer une goutte de liquide sur le couvre-objets, il ne se précipita pas de cristaux.

Une fois seulement, ayant mis de l'hémolymphé dans un mélange réfrigérant fait de 2 de neige et de 3 de chlorure de calcium cristallin (par le moyen duquel la température s'abaisse jusqu'à -51°), il se forma dans le liquide un trouble qui disparut ensuite lorsque cessa l'action du froid.

Dans l'une des préparations exécutées avec le liquide trouble je vis quelques cristaux de dimensions véritablement énormes, absolument incolores, ayant la forme de grands rectangles, dont les bords commençaient déjà à se ronger. Mais comme il ne m'est plus arrivé d'avoir de ces cristaux, je ne puis pas même me prononcer sur leur nature.

D'après les recherches que je fis à ce sujet je puis dire seulement que la substance colorante de l'hémolymphé de l'*Eustrongylus*, ou n'est pas susceptible de cristalliser, ou cristallise très difficilement.

Au contraire, j'obtins très facilement de belles et évidentes formes cristallines en décomposant le pigment de l'hémolymphé avec de l'acide acétique ou tartarique ou formique, puis en le traitant par le chlorure de sodium, par l'iodure de sodium, par le bromure de sodium et par le borate de soude.

Je suivis dans ces recherches le mode de procéder conseillé par Hamon (4), me conformant aussi aux préceptes donnés par Axenfeld (5).

(1) HOPPE-SEYLER, *Beiträge zur Kenntniss des Blutes des Menschen und der Wirbelthiere* (Hoppe-Seyler's Medicin-chemische Untersuchungen, 1866-71, p. 81).

(2) KUNDE, *Ueber Krystallbildung im Blute* (Zeitschrift f. ration. Med. Neue Folge. Bd. 2, p. 275, 1852).

(3) R. GSCHIEDLEN, ouvrage cité, p. 361, et *Pflüger's Archiv*. Bd. 16, pp. 421-26 et *Maly's Jahresberichte f. Thier. Chemie*. Vol. VIII, p. 102, 1878.

(4) C. HAMON, *Sur quelques réactions de l'hémoglobine et de ses dérivés* (Comptes rendus, LXXX, 1, 1875, pp. 477-480).

(5) AXENFELD, *Sui cristalli di emina* (Archives italiennes de Biologie, 1884, vol. VI, pp. 34-51).

En employant tous les procédés susdits, mais spécialement en faisant usage de l'acide tartarique et de l'acide formique, on obtint de nombreux, et parfois très nombreux cristaux, parmi lesquels quelques-uns très gros, tantôt isolés, tantôt groupés, à croix ou à étoile ou à rosette, de forme le plus souvent rhomboédrique, parfois avec des bords un peu recourbés de manière à ressembler à une amande ou à un fer de lance, tout à fait semblables comme couleur et comme forme à ceux des diverses formes d'hémine. On les obtint plus facilement, en plus grand nombre et plus gros en traitant par l'acide tartarique, par le borate de soude 0,05 % et puis par l'acide acétique. Ils se formèrent aussi avec facilité avec le chlorure de sodium, un peu moins avec l'iodure et moins encore avec le bromure de sodium.

Les cristaux obtenus avec le chlorure de sodium ont une couleur café plus ou moins obscure. Ceux obtenus avec l'iodure ont, en outre, une teinte verdâtre. Ceux obtenus avec le bromure sont moins bruns. Toutefois les différences de coloration sont si légères qu'elles ne suffiraient pas à faire distinguer une forme de l'autre.

Ces recherches encore confirment la grande analogie qu'il y a entre la substance colorante de l'hémolymphe et l'oxyhémoglobine.

#### Examen de la cuticule de l'*Eustrongylus gigas*.

J'ai déjà dit que la couleur rouge du ver se maintint après l'évacuation de l'hémolymphe et après qu'on eut lavé la cavité du corps. Il fut très facile de se convaincre que cette coloration était propre à la cuticule. En effet on put détacher par couches tous les tissus situés plus profondément que la cuticule et faiblement adhérents à celle-ci, obtenant ainsi des lambeaux considérables de cuticule pure.

Celle-ci était transparente comme une feuille de gélatine sèche et avait une coloration rouge. Examinée entre deux verres au spectroscope, elle présentait les deux stries  $\alpha$  et  $\beta$  identiques à celles de l'hémolymphe et de l'oxyhémoglobine pure (1). Sur des fragments de cuticule placés entre deux verres porte-objets, il fut possible de faire toutes les réactions que j'ai décrites à propos de l'hémolymphe. Le résultat fut identique. La cuticule, mise à macérer dans l'eau, lui

(1) La strie du sodium étant entre 59 et 61, les stries de la cuticule se trouvent l'une entre 60 et 70, l'autre entre 90 et 110.



abandonna sa substance colorante, et on obtint une solution rosée qui donna aussi les stries connues d'absorption et sur laquelle on put déterminer la température de coagulation, la réaction avec le gaïac, la présence du fer et de l'azote, la formation de cristaux d'hémine, la résistance aux solutions acétiques et sodiques 10 %, à la chaleur etc., précisément avec les mêmes résultats auxquels on était arrivé en expérimentant avec l'hémolymph. Il serait tout à fait superflu de donner une description détaillée de ces recherches faites sur la substance colorante de la cuticule. C'est pourquoi je me borne à constater que le pigment rouge de la cuticule de l'*Eustrongylus gigas* est identique au pigment de l'hémolymph et que par conséquent il a, comme ce dernier, beaucoup d'analogie avec l'oxyhémoglobine du sang de chien, tout en en différant sous quelques rapports.

#### CONCLUSION.

L'*Eustrongylus gigas* contient dans l'hémolymph et dans la cuticule une substance colorante rouge. Cette substance a beaucoup de ressemblance avec l'oxyhémoglobine des vertébrés, mais elle en diffère par le degré de température auquel elle se coagule et par sa résistance plus grande aux réactifs et spécialement au vide, à l'acide acétique et aux réducteurs.

---

Je publierai sous peu une seconde Note sur d'autres observations et expériences que j'ai faites sur l'*Eustrongylus*.

---

## *Sur le mécanisme d'action de la cocaïne et sur l'excitabilité de la moelle épinière*

par le D.<sup>r</sup> D. BALDI (1).

---

(Laboratoire de Physiologie de l'Institut d'Études supérieures de Florence).

---

Si les expériences pratiquées jusqu'ici pour étudier l'action physiologique de la cocaïne ont démontré, d'une manière évidente, qu'elle agit en paralysant la sensibilité, elles n'ont pas indiqué d'une manière aussi évidente en quel point de l'appareil sensoriel elle exerce son action. La question reste donc pendante de savoir où agit la cocaïne, c'est-à-dire, si c'est seulement sur les terminaison nerveuses et sur les fibres, ou bien encore sur les cellules sensitives. C'est ce point que je me proposai d'éclaircir en premier lieu. En effet, pour comprendre le mécanisme d'action d'une substance il est avant tout nécessaire que l'on puisse établir avec précision sur quels organes son action s'exerce ou est capable de s'exercer.

L'anesthésie locale qui fut rencontrée tour à tour par tous les expérimentateurs avec l'application directe de la cocaïne, quoique très bien délimitée et circonscrite à la surface baignée par la cocaïne, peut nous démontrer que dans l'extrémité terminale des fibres sensitives l'activité fonctionnelle est suspendue, mais elle ne nous fournit ensuite aucune donnée positive pour décider si l'action cocaïnique s'étend ultérieurement aussi le long de la fibre et si elle intéresse ou non le réseau cellulaire central.

Les expériences de Moreno (2) et, plus spécialement, celles de Anrep (3) mettent hors de toute question que la cocaïne agit sur le seul appareil sensitif, respectant toutes les parties de l'appareil mo-

---

(1) *Annali di chimica*, etc. Vol. VIII de la série IV, 1888.

(2) *Recherches chimiques et physiologiques sur l'Erythroxylum Coca du Pérou et la Cocaïne*. Paris, 1868.

(3) *Ueber die physiologische Wirkung des Cocain* (*Pflüger's Arch.* B. XXI, 3, 33).

leur; mais dans le champ de l'appareil sensoriel, elles ne parviennent pas à localiser d'une manière précise son action dans l'une ou dans l'autre de ses parties, et elles impliquent par conséquent autant de problèmes non résolus qu'il y a de parties en lesquelles cet appareil peut se diviser. L'affirmation de Anrep, que la cocaïne a une action purement périphérique et qu'elle laisse intact l'appareil sensoriel central, n'a par elle-même aucune valeur démonstrative; elle a même été contredite en 1886 par U. Mosso (1) qui, après avoir répété les expériences de Anrep, soutient le contraire. En effet, selon cet expérimentateur, la cocaïne agirait seulement sur la moelle épinière, laissant intactes les fibres sensitives et les fibres motrices. En 1885, Testa (2), suivant la méthode employée par Moriggia (3) pour étudier la manière de se comporter de divers acides sur les fibres sensitives comparativement aux fibres motrices, mit à découvert le sciatique d'une grenouille et le cocaïnisa directement. Il observa que le nerf ainsi cocaïnisé perdait presque complètement sa capacité dolorifique, tandis qu'il conservait intactes ses propriétés motrices. Les solutions de cocaïne employées par Testa étaient peut-être trop faibles et pour ce motif ne produisirent pas l'insensibilité absolue du nerf mixte sur lequel avait lieu l'expérience.

De mon côté, en employant une solution à 10 % de cocaïne et en cocaïnisant directement le sciatique de la grenouille isolé, je suis toujours parvenu à obtenir une paralysie de sens complète. La fonction motrice demeurerait intacte, pourvu que l'action de la cocaïne ne fût pas trop prolongée.

Il y a cependant un fait digne d'attention et très important pour comprendre complètement le mécanisme d'action de cette substance. Lorsqu'on met à découvert le sciatique d'une grenouille, et que, l'ayant lavé des autres tissus, on le cocaïnise, on a toujours, au premier moment, une forte réaction douloureuse qui se révèle *par des mouvements vifs de tout l'animal, comme si le nerf était excité par un courant induit*. La réaction cesse bien vite, et, passé ce moment, que j'appellerai *première période* ou *période transitoire* de l'action co-

(1) *Sull'azione fisiologica della cocaina* (R. Accad. dei Lincei, 1885-6).

(2) *La cocaina quale agente per discernere le fibre di senso da quelle di moto nei nervi misti* (Gazzetta degli Ospedali, n. 50).

(3) *In un nuovo mezzo per isolare la sensibilità dalla motilità nei nervi* (R. Accad. dei Lincei, V, VII).

cainique, le nerf devient *insensible*, et l'on passe dans la *seconde période* ou *période permanente*. Au dessous du point cocaïnisé, on peut, au moyen d'un stimulant quelconque, exciter le nerf sans en obtenir autre chose que des mouvements limités et schématiques du membre correspondant: jamais on n'observe de mouvements généraux et intentionnels qui puissent indiquer une réaction à la douleur. Le même fait se produit quand on excite le point sur lequel est tombée la cocaïne. Si au contraire on excite au dessus du point cocaïnisé, on a toujours des mouvements généraux.

Cette anesthésie du sciatique nous donne la preuve évidente que la cocaïne appliquée sur les fibres nerveuses sensibles y exerce d'une façon permanente, sauf dans une première période, une action paralysante. D'une manière analogue, l'anesthésie cutanée nous donne la preuve palpable que cette substance paralyse les terminaisons sensibles dans une seconde période d'action, tandis qu'elle les excite dans une première.

Mais nous ne savons pas encore si, oui ou non, la cocaïne a aussi une même action sur les cellules sensibles. Pour donner la solution de ce problème, je me suis proposé d'étudier les effets de l'application directe de la cocaïne sur la moelle épinière dépouillée de ses enveloppes. L'expérience peut présenter une double éventualité: ou bien les excitants opérant sur la moelle restent sans réponse, et le problème demeure sans solution, puisqu'on ne peut distinguer si ce fait (hypothétique) dépend de la présumée paralysie cocaïnique des cellules sensibles ou s'il ne dépend pas plutôt de cette circonstance préjudiciable que la moelle épinière est par elle-même inexcitable, comme le soutiennent beaucoup d'habiles physiologistes partisans de la doctrine de Van Deen; ou bien c'est le contraire qui a lieu, c'est-à-dire que, malgré l'application de la cocaïne, les excitants ne révèlent aucune sorte d'anesthésie épinière, bien qu'on obtienne l'anesthésie complète des racines postérieures. Dans ce dernier cas il est possible de fixer avec précision le mécanisme d'action de la cocaïne et d'en tirer l'argument le plus solide et le plus approprié contre la doctrine de l'insensibilité épinière.

A un chien, préalablement narcotisé avec de la morphine injectée sous la peau, on met à nu la moelle épinière et précisément tout le renflement lombaire. On fait l'incision de la dure-mère et l'on passe au pinceau la superficie sous-jacente avec une solution de cocaïne à 10 %. Au moment de l'application on observe une très vive réaction avec

des mouvements énergiques et généralisés. Après quelques minutes l'animal est tranquille et les racines postérieures sont devenues susceptibles de tout traitement quel qu'il soit, sans qu'il y ait aucune réaction de douleur. On peut les soulever avec un fil, les lier, les couper, les exciter sur le moignon central au moyen d'un fort courant induit, sans que l'animal donne des signes de douleur. La moelle épinière cocaïnisée ne répond pas non plus, au moins d'une manière évidente, à une excitation mécanique. On peut la toucher avec la pointe des pinces, on peut même la couper sans que l'animal donne des signes manifestes de douleur. Toutefois la scène change complètement d'aspect si au lieu d'une excitation mécanique on porte directement sur la moelle épinière les rhéophores d'un excitateur et si l'on fait agir un courant induit même faible. L'animal répond à cette excitation par des secousses isolées dans le tronc et par un petit cri, si le courant est faible et si l'application de l'excitant n'est pas très prolongée. Si le courant est un peu plus fort ou l'application plus prolongée, les mouvements sont généraux et les cris sont plus forts et durent quelques instants encore après qu'on a écarté l'excitant.

Cette expérience révèle deux faits: 1° la cocaïne n'agit pas sur les cellules sensibles; 2° la moelle épinière est excitable par elle-même, indépendamment des racines postérieures, comme l'avaient observé aussi Giannuzzi (1), Fich et d'autres encore.

Au sujet de cette interprétation il est toutefois permis de soulever plus d'un doute. En premier lieu, on peut douter que la solution de cocaïne, appliquée avec le pinceau à la superficie épinière, n'ait pas atteint les cellules sensibles et que l'on doive à cette condition purement mécanique, plutôt qu'à des causes physiologiques, l'absence d'effet sur la portion centrale de l'appareil sensitif. En second lieu, on peut objecter que le courant faradique provoque des effets moteurs, non parce qu'il agit en excitant les cellules sensibles restées fonctionnellement intactes, mais parce que par l'intermédiaire de celles-ci, le courant s'étend aux cellules motrices et opère directement sur elles: c'est-à-dire que le courant arriverait aux cornes antérieures, non sous forme d'excitation, mais sous forme de simple stimulant: en effet, quand même les cornes postérieures auraient également cessé de fonctionner comme organes de transmission physio-

(1) *Contributo alla conoscenza dell'eccitabilità del midollo spinale.*

logique, il n'en résulterait pas qu'elles dussent pour cela être impropres à la transmission électrique.

L'expérience répond à cette double objection.

A divers chiens j'ai ouvert la cavité vertébrale et avec un pinceau de petit-gris je leur ai baigné le trait de la dure-mère qui entoure la moelle épinière à la région lombaire. Après avoir laissé écouler quelque temps, c'est-à-dire, aussitôt que cette membrane était devenue insensible, je l'ai incisée, et j'ai essayé sans rien autre, c'est-à-dire sans application ultérieure de cocaïne, la sensibilité des racines postérieures. Bien que cette fois elles ne fussent pas touchées immédiatement par la cocaïne, cependant elles ne se montrèrent pas moins insensibles qu'auparavant; et même lorsque l'action de la cocaïne sur la dure-mère avait été brève, l'anesthésie des racines postérieures ne manqua jamais de se produire. La moelle épinière, au contraire, soit qu'elle eût été directement et abondamment enduite de cocaïne, soit que cette substance eût simplement agi sur la dure-mère, ne manifesta jamais de diminution de sensibilité. Si donc une solution de cocaïne est capable de traverser une membrane comme la dure-mère, puis l'arachnoïde et puis la pie-mère pour faire sentir son action jusque sur les racines, il n'y a aucune raison de penser que la couche très mince et homogène qui sépare la substance grise de la corne postérieure de la superficie externe de la moelle puisse constituer un diaphragme imperméable suffisant pour protéger les premières contre le contact de la cocaïne.

Mais ce n'est pas assez: à d'autres chiens j'ai ouvert la cavité vertébrale, j'ai cocaïnisé la dure-mère, je l'ai incisée, je me suis assuré de la parfaite anesthésie des racines et de la sensibilité intacte de la moelle épinière à l'excitation électrique; cela fait, je pratiquai sur les cordons postérieurs une incision transversale. Et parce que les superficies de section, selon l'ordinaire, firent hernie, je pus appliquer la cocaïne presque en contact direct avec la substance grise et essayer la sensibilité de cette dernière avec la présomption, encore plus fondée que dans l'expérience précédente, d'expérimenter sur un réseau cellulaire vraiment cocaïnisé. Or, dans ces conditions également, *la sensibilité n'avait subi aucune altération.*

Chez les lapins j'ai mis le bulbe à découvert, j'en ai cocaïnisé la surface et j'ai observé par ce fait que, peu de temps après, les excitants appliqués sur le tronc ne donnaient pas lieu à des réflexes respiratoires; ce qui signifie que les voies sensitives qui traversent le

bulbe pour aller au centre respiratoire ne fonctionnaient plus. Donc elles avaient été atteintes par la cocaïne. Et que l'on note que ces voies sont situées non pas à la superficie comme les racines postérieures, mais à une profondeur qui n'est certainement pas moindre que celle où gisent les cellules sensibles de la corne postérieure.

Par ces résultats expérimentaux il me semble que j'ai pleinement répondu au premier doute, et que l'on peut, sans hésitation, repousser l'idée que les cellules sensibles ne soient pas atteintes par la cocaïne *parce que celle-ci ne pénètre pas jusqu'à elles*.

Pour répondre à l'autre doute, c'est-à-dire, si, dans l'excitation électrique de la moelle épinière, on n'aurait pas, par hasard, affaire à une transmission physique de courant électrique à travers des cellules atteintes par la cocaïne et physiologiquement inertes, je me reporterai à un fait, par lui-même très important, que j'ai toujours observé dans le cours de ces expériences. Lorsque, comme on l'a vu plus haut, on portait un excitant électrique même fort (à peine tolérable sur la pointe de la langue) sur les racines postérieures cocaïnisées et même en très grande proximité de la moelle épinière, on n'avait jamais aucune réaction; mais celle-ci se produisait inmanquablement chaque fois que, ou avec la même intensité de courant ou avec un courant *plus faible*, on excitait directement la moelle.

Le même phénomène a lieu quand on excite électriquement le nerf sciatique de la grenouille mis à nu. Si l'on excite périphériquement au dessous du point cocaïnisé, nous avons vu que cela ne provoque aucune réaction générale, de sorte qu'il semble que dans le point où tombe la cocaïne le nerf soit coupé ou lié. Si ensuite nous excitions avec le même courant centralement au dessus du point cocaïnisé, on a, comme nous l'avons vu, des mouvements généraux très vifs. Quelque temps après, tout disparaît et le sciatique répond, sur tous les points de sa longueur, par des mouvements généralisés, lorsqu'il est excité.

Ce fait nous révèle clairement qu'un tissu, dont la fonction est suspendue, se comporte pour la conduction électrique comme un tissu mort, et suit d'une manière pure et simple les lois physiques élémentaires sur la conductibilité des tissus organiques.

Très différent est, au contraire, le mode de propagation de l'excitant électrique dans le tissu vivant et actif, où il semble qu'il s'infiltré dans le protoplasma, et au lieu de passer outre comme tel, provoque le développement d'une nouvelle énergie qui est celle qui se transmet, et qui, dans certaines conditions déterminées, est peut-être capable

d'augmenter sur sa route, comme une avalanche, par le développement continu de nouvelles forces. C'est que, dans ce cas, l'énergie excitatrice, outre qu'elle se fait sa route elle-même, transforme en forces actuelles une certaine quantité de forces de tension accumulées dans les tissus en repos, de la même manière que la faible énergie du doigt qui fait partir la détente détermine l'explosion violente de la poudre renfermée dans un canon, c'est-à-dire d'énergies chimiques prêtes à se transformer, au moindre choc, en énergies mécaniques ou en travail.

Il résulte donc que les nerfs, comme les racines postérieures, ou comme le sciatique de la grenouille, qui ont perdu même temporairement leur *fonctionnalité*, ne sont plus capables de transmettre à distance une excitation électrique. Pourquoi donc le protoplasma des cellules sensibles de la corne postérieure devrait-il pouvoir le faire, étant donné que ces cellules fussent paralysées par la cocaïne parvenue jusqu'à elles ?

Après ces faits, il me semble que l'on doit nécessairement admettre que la cocaïne agit sur les fibres nerveuses sensibles et sur les terminaisons, en épargnant, non-seulement les cellules et les fibres motrices, mais encore les cellules sensibles. Son action est parfaitement locale comme celle de la curarine sur les terminaisons motrices. Comme corollaire implicite, on doit ensuite admettre le principe que la moelle épinière est, par elle-même, excitable, même indépendamment des racines.

Et il ne me semble pas que l'on puisse opposer à cette loi le fait que la moelle épinière cocaïnisée reste insensible à une excitation mécanique.

Dans l'écorce cérébrale aussi, comme nous le savons tous, on observe un fait analogue. Tandis que l'activité cinésiogène se produit très bien à la suite d'une excitation électrique, un mouvement ne répond pas toujours à une excitation mécanique. Pour que ceci ait lieu, il faut pratiquer l'excitation sur les centres psychomoteurs d'une manière toute spéciale, comme l'a décrit Luciani (1), le premier physiologiste qui ait réussi à obtenir, dans des conditions bien détermi-

---

(1) *Sull' eccitamento meccanico dei centri sensorio-motori della corteccia cerebrale*. 4<sup>mo</sup> Congrès de la Société Phréniastrique italienne, 1883 (*Rivista di Freniatr. e med. legale*. Fasc. 4<sup>o</sup>, p. 210).



nées, des effets positifs de cette excitation sur la zone excitable. Il semble véritablement que le courant faradique soit l'excitant expérimental le mieux adapté au protoplasma vivant. Voilà comment, selon moi, on peut expliquer le fait que dans la moelle épinière on puisse avoir des réactions vives avec l'excitation électrique, tandis qu'on n'en obtient pas avec l'excitation mécanique.

Voyons maintenant si, par le concept sur l'action de la cocaïne tel que nous venons de l'exposer, nous pouvons nous rendre compte des phénomènes variés qui se présentent dans un organisme animal à la suite de l'administration interne de petites ou même de fortes doses de ce poison. Nous avons vu, lorsque nous avons appliqué une goutte de cocaïne directement sur un nerf, que dans le premier moment on avait toujours une réaction de mouvements très vifs et généraux, et que l'insensibilité du nerf cocaïnisé était toujours précédée de cette *période d'excitation*. Or, tous les phénomènes qui se présentent par suite de l'administration de petites, comme de fortes doses de cocaïne, peuvent être l'expression ou de la première ou de la seconde phase de l'action cocaïnique. Dans l'empoisonnement produit par l'administration de fortes doses de cet alcaloïde pour usage interne, les deux phases d'action se répètent d'une manière identique, absolument comme lorsqu'on l'applique sur le nerf isolé. Dans une première période d'empoisonnement on a des effets qui rappellent exactement les phénomènes bien connus produits par la strychnine: convulsions, tétanie qui entrave les mouvements respiratoires — augmentation de la sécrétion salivaire, augmentation des battements cardiaques, etc., en même temps qu'il y a insensibilité cutanée. Ensuite, dans une seconde période, le calme et la mort.

En effet, la cocaïne mise en circulation devra, tôt ou tard, arriver en contact avec les fibres nerveuses sensibles, de la même manière qu'elle y arrive lorsqu'on la met goutte à goutte sur un sciatique découvert. Parvenue là, elle y produira successivement ses deux phases d'action, d'où il résultera une excitation tétanisante suivie de mort, ou, si la dose n'était pas mortelle, une inactivité temporaire de la fibre sensitive. Si l'on pense ensuite qu'une excitation sur les fibres sensibles peut produire, au lieu d'un mouvement, la sécrétion de quelques glandes, nous comprendrons parfaitement pourquoi, dans les empoisonnements par la cocaïne, il y a parfois aussi une augmentation de la sécrétion salivaire et peut-être d'autres sécrétions encore.

On peut aussi, avec une égale facilité, comprendre les phénomènes vaso-moteurs, les phénomènes cardiaques, la dilatation de la pupille.

Les phénomènes vaso-moteurs observés par Anrep, dans les applications locales de cocaïne sur l'intestin, phénomènes que j'ai pu vérifier moi-même, consisteraient en une constriction initiale, forte au point de rendre pâle la superficie intestinale, et accompagnée d'une augmentation de mouvement de l'intestin lui-même. Cette constriction fait bientôt place à une dilatation vasculaire, comme U. Mosso, lui aussi, a pu le vérifier par la méthode des circulations artificielles dans des organes détachés. La constriction vasculaire est dépendante de l'excitation initiale de la cocaïne; la dilatation est évidemment neuroparalytique; effet de la seconde phase cocaïnique. D'une manière analogue, les battements du cœur sont d'abord augmentés par excitation des fibres sensibles, puis ils se ralentissent jusqu'à s'arrêter par neuroparalyse.

La pupille se contracte d'abord et puis se dilate par la même raison.

De même aussi, le fait suivant observé par Ploss (1) (cité par Anrep) reste parfaitement intelligible. Dans un empoisonnement par la cocaïne, Ploss put calmer les convulsions en administrant au patient gr. 0,25 de morphine. Il est évident que dans ce cas la dose de la cocaïne devait être peu forte et son action limitée à la première phase. On devait avoir la cessation des convulsions toutes les fois qu'on aurait pu mettre la cellule sensitive encore intacte en conditions de ne plus recevoir et de ne plus transmettre à la cellule motrice les excitations provoquées par la cocaïne sur les fibres sensibles: la morphine, en paralysant les cellules sensibles, devait être apte à obtenir ce résultat. Et ce fut précisément ce qui arriva selon ce que nous raconte le même Ploss.

Voyons maintenant si nous pouvons, avec une égale facilité, nous rendre compte aussi des effets des petites doses.

Les effets des petites doses consistent en une résistance plus grande à la fatigue, en une augmentation dans l'émission de la force et, très souvent, en un sentiment particulier de bien-être.

On résiste davantage à la fatigue après de petites doses de cocaïne, comme j'ai pu le vérifier sur moi-même, pour deux raisons: a) parce

---

(1) *Schmidt's Jahrb.*, 1863. Bd. XX, 5, 181.

que dans la cocaïne nous avons toujours une excitation opérant sur les fibres sensibles qui, à leur tour, sollicitent à l'action les cellules motrices; b) parce que, à l'excitation succédant une parésie, un affaiblissement des fibres sensibles, on ne perçoit plus les sensations musculaires plus ou moins gênantes — parfois même douloureuses — que l'on éprouve après des exercices gymnastiques trop prolongés, et qui se résument dans un sentiment de lassitude. Cette lassitude, nous pouvons la considérer comme *le régulateur physiologique* du travail. Plus tôt quelqu'un se fatigue, et plus tôt il interrompt son travail; s'il ne se fatiguait jamais, il ne cesserait jamais de travailler. On comprend que le travail puisse être plus longuement prolongé lorsque, par le moyen de la cocaïne, on a pu supprimer cette sensation, régulatrice de la durée du travail. Si cela est vrai, avec l'usage prolongé de la coca on devrait avoir un déficit dans le bilan organique, si l'on n'y pourvoyait spécialement par une alimentation plus abondante. Et de fait il en est ainsi.

L'amaigrissement dans lequel tombent tôt ou tard ceux qui s'adonnent à la mastication de la coca est la preuve de la justesse de nos prémisses. L'augmentation de la force peut se rapporter à la première période d'action cocaïnique, et c'est un fait comparable aux grands efforts, effets de grandes excitations.

Enfin, le bien-être dont on jouit après des doses convenables de cocaïne, on le doit à ce léger amoindrissement de la sensibilité en vertu duquel la somme des légers malaises ne fait plus ressentir son action sur le sensorium, et la cessation de cette myriade de petits malaises est bien-être, comme la cessation de la douleur est plaisir.

Les expérimentateurs qui m'ont précédé dans l'étude de la cocaïne ont tiré leurs conclusions sur l'action générale de cet alcaloïde, en se basant presque exclusivement sur des expériences faites sur la grenouille, soit en la préparant selon la méthode de Cl. Bernard, soit en excitant sa moelle épinière après l'avoir empoisonnée avec la cocaïne par injection hypodermique. En répétant l'examen de la grenouille préparée à la Cl. Bernard, je me suis parfaitement rendu compte de la contradiction qui existe entre les résultats de Anrep et ceux de U. Mosso. Dans les grenouilles cocaïnisées *peu de fois et pendant très peu de temps*, j'ai pu voir se maintenir la sensibilité tactile dans le membre lié à la Cl. Bernard. La raison du fait consiste, à mon sens, en ce que la grenouille a les dernières racines épineuses très longues; par conséquent, lorsqu'on a fait la ligature, même à la

Cl. Bernard, il reste toujours un long trait de racines qui peuvent être arrosées encore par le sang empoisonné et demeurer ainsi paralysées dans leur action de nerfs centripètes. De là dériverait la rapidité de disparition du phénomène, quand il se vérifie, et son inconstance à se vérifier.

Pour le second mode d'expérimentation également, la grenouille est très peu adaptée. Parfois, en effet, la seule opération de mettre à nu la moelle épinière suffit pour que celle-ci devienne insensible ou presque, même à une excitation électrique. J'ai répété bien des fois l'expérience sur ces animaux dans la saison d'hiver, mais rarement j'ai pu observer avec netteté le phénomène que j'observais toujours sur les chiens, c'est-à-dire, excitabilité électrique conservée dans la moelle épinière cocaïnisée.

Un certain nombre de substances ou poisons peuvent être appelés véritables réactifs physiologiques, parce que leur action initiale, ou par petites doses, ne dépasse pas sensiblement la sphère d'un tissu ou de partie d'un tissu. Tels sont la vératrine, le sulfate de cuivre, etc., dont l'action s'exerce plus spécialement sur les muscles striés et lisses; la curarine et la plus grande partie des bases d'ammonium, qui paralysent la plaque motrice; la morphine et le chloroforme etc., qui opèrent sur le système nerveux central. La cocaïne prend maintenant utilement sa place, non-seulement dans la pratique chirurgicale, mais encore parmi les réactifs physiologiques, en raison de sa réaction caractéristique sur les fibres sensibles et sur leurs terminaisons. Quand nous voudrions supprimer la fonction de ces organes, tout en laissant intacte la cellule sensitive, nous recourrons à la cocaïne de la même manière que pour écarter la fonction de la plaque motrice nous employons la curarine.

L'action de la cocaïne trouve d'ailleurs un point de comparaison — je ne sais toutefois jusqu'où il est parfait — dans le fait histochimique que l'on observe pour la coloration des fibres nerveuses par la méthode de Weigert. Par cette méthode de coloration, avec hématoxyline et ferrocyanure, la fibre seule se colore en bleu, la cellule restant incolore; ce qui indique que ces deux parties sont non-seulement morphologiquement, mais encore chimiquement différenciées.

Rien d'étonnant donc que la cocaïne agisse sur la première en respectant la fonction de la seconde.

Cl. Bernard, au point de vue pharmacologique, distingue dans la

fibre nerveuse une *extrémité active* et une *extrémité passive*. Il appelle extrémité active celle qui émet l'impression reçue, extrémité passive celle qui reçoit l'impression. Ainsi, dans les nerfs moteurs, l'extrémité active serait représentée par la plaque motrice, et l'extrémité passive par la terminaison cellulaire. Dans les nerfs de sensation, le contraire aurait lieu, c'est-à-dire: centrale l'extrémité active, périphérique l'extrémité passive. Or, pour Cl. Bernard, seule l'extrémité active ou fonctionnelle serait susceptible d'être modifiée par les poisons ou par un état anormal du sang, et elle seule serait capable de ressentir l'action vivifiante du sang normal. En effet, dit-il, si on lie les vaisseaux de manière à produire une ischémie périphérique, on a pour conséquence une paralysie de mouvement, et le nerf moteur meurt du centre à la périphérie. Si, au contraire, on produit une ischémie centrale, on n'a pas de paralysie motrice, et le seul nerf qui meurt est le nerf sensitif et il meurt en voie centripète. L'action du curare confirmerait aussi cette loi, parce qu'il se comporte comme le sang en stase. La strychnine également, toujours selon Cl. Bernard, déposerait en faveur de la loi. La cocaïne au contraire est manifestement rebelle à la loi de Cl. Bernard. Tandis que la partie périphérique du nerf sensitif, *extrémité passive*, ne devrait pas être atteinte, c'est précisément cette extrémité que la cocaïne paralyse, tandis qu'elle laisse absolument indemne l'extrémité centrale, c.-à-d. l'*active*, qui, selon la théorie de Cl. Bernard, serait la seule vulnérable.

## Sur la vision des couleurs de contraste

par le prof. D. AXENFELD (1).

I. — Parmi les phénomènes qui rentrent dans le domaine de l'optique physiologique, il n'en est pas de plus intéressant que le phénomène du contraste simultané des couleurs. Les méthodes dont on se

1. Extrait du *Bullettino della R. Accademia medica di Roma*. Année XIV, 1907-08, fasc. 7.

sert pour l'étude des couleurs de contraste simultané sont au nombre de quatre: 1° la méthode de Osanna, plus communément connue sous le nom de Ragoni Scina, c'est la méthode cato-dioptrique; 2° la méthode des disques tournants avec secteurs colorés; 3° la méthode du voile semi-transparent, de H. Meyer; et 4° la méthode des ombres colorées. Je puis me dispenser d'entrer dans la description détaillée de ces méthodes connues de tous et devenues lieux communs dans les manuels de physiologie. J'observe le contraste simultané dans les conditions suivantes: sur du papier blanc on dispose horizontalement une plaque transparente de verre coloré de l'épaisseur de quelques millimètres, à côté de la plaque on place verticalement un diaphragme à trous multiples, de manière à former un angle dièdre avec la plaque; comme diaphragme on peut se servir d'un petit carton percé, avec une aiguille, de plusieurs trous à égale distance. En inclinant le diaphragme, placé devant une source de lumière, le soleil ou une lampe à pétrole, sur la plaque, de manière à former avec cette dernière un petit angle de 10-20 degrés, et en approchant l'œil, on observe que chaque petit trou du diaphragme donne deux images, une réfléchi par la surface postérieure du verre, qui a la couleur du verre, et une autre réfléchi par la surface antérieure de la plaque, ayant la couleur complémentaire de celle du verre. Comme on le voit, le phénomène est analogue à celui que l'on observe dans l'expérience de Ragoni Scina, avec cette différence, cependant, que le petit trou qui se voit par transmission a la couleur du verre, et celui qui se voit par réflexion a la couleur complémentaire, tandis que dans l'expérience de R. S. le petit carré que l'on voit par réflexion a la couleur du verre et celui que l'on voit par transmission est de la couleur complémentaire. Comme nous le verrons plus loin, la différence peut s'expliquer par le même principe de la théorie de Hering. L'observation peut encore être faite en disposant la plaque et le diaphragme de la manière suivante: on tient la plaque horizontalement devant la lumière à pétrole, on approche le diaphragme du bord de la plaque qui regarde vers la lumière, de manière à former un angle dièdre rectangulaire; en faisant glisser la plaque, que l'on maintient toujours parallèle à elle-même, sur le diaphragme de haut en bas, on voit, à travers le verre, les trous de la couleur du verre et les trous réfléchis de la couleur complémentaire.

II. — Dans l'expérience décrite en premier lieu, avec la plaque placée horizontalement sur le papier blanc, nous avons vu que les

deux rayons qui arrivent à l'œil, un de la profondeur du verre et un de la superficie, faisaient un trajet différent. On pourrait supposer que le phénomène fût dû à l'interférence des deux rayons, dont l'un parcourt un nombre impair de demi-ondes en plus que l'autre, puisque des plaques d'une épaisseur considérable peuvent présenter le phénomène d'interférence, comme l'ont démontré Fizeau et Foucault (1). Toutefois, si cette supposition était vraie, des plaques cunéiformes, c'est-à-dire des plaques qui s'amincissent vers un des bords, devraient présenter des couleurs différentes selon l'épaisseur de la plaque. Je n'avais point de semblables plaques à ma disposition, mais en mettant entre une plaque cunéiforme incolore et une plaque de verre à superficies parallèles, une légère couche d'une substance colorante, par ex. le carmin en solution, on observe que les couleurs sont partout les mêmes, et que leur intensité seule est modifiée, de telle sorte que la couleur est moins intense là où la couche est plus subtile. Donc le phénomène n'est pas dû à l'interférence. En plaçant la superficie convexe d'un verre de montre sur une plaque de verre commun et, entre eux, un liquide coloré, on observe la même gradation de l'intensité des couleurs que ci-dessus. Le liquide coloré prend la forme d'une lentille plan-concave dont l'épaisseur va toujours en diminuant jusqu'à ce qu'elle arrive à zéro là où le verre de montre touche le verre plan. Si l'on regarde à travers le verre de montre, laissant de côté le diaphragme perforé, sur une surface blanche, ou, mieux encore, sur une surface grise faiblement éclairée, ou sur sa propre main, on observe que le centre du champ visuel acquiert une couleur complémentaire de celle du liquide coloré.

III. — Le contraste simultané binoculaire n'a été observé, jusqu'à présent, que dans un seul cas, par Smith Zu Fochabers (2), dans une expérience désignée par Fechner sous le nom quelque peu baroque de l'expérience latérale de la fenêtre. Voici en quoi elle consiste. On laisse tomber sur un œil, latéralement, la lumière solaire ou celle de la lampe, de manière qu'elle ne traverse pas la cornée, mais seulement la sclérotique. Un petit carré blanc sur un fond noir regardé avec les deux yeux, de manière à en avoir une double image, se présente à l'œil illuminé, de couleur bleu-vert, et à l'autre œil om-

1 WÜLLNER, *Fisica sperimentale*. Vol. II, p. 363.

2 ACHERT, *Ottica fisiologica*, p. 549.

bragé par le nez, de couleur rouge. Selon Brücke, la couleur que prennent les objets vus avec l'œil illuminé dépend du fait, que la lumière qui traverse la sclérotique prend une couleur rouge, laquelle rend la rétine relativement insensible pour l'élément rouge de la lumière blanche qui pénètre par la pupille, c'est pourquoi la lumière blanche y fait l'impression du vert. Aubert (1) mentionne un autre fait, observé par lui, qui appartient à la même catégorie. En couvrant un œil avec un verre bleu, un objet blanc, vu avec les deux yeux, lui paraissait blanc, et devenait jaunâtre s'il fermait l'œil couvert.

Je propose ici une méthode générale, pour observer les couleurs de contraste simultané binoculaire, basée sur l'expérience suivante. Si nous tenons devant les yeux un corps opaque, comme une carte de visite, et que nous fixions un objet lointain, comme les nuées, le corps opaque nous donnera une double image; les deux images paraîtront transparentes, et seule la partie commune où ces images se superposent sera opaque: on a ainsi l'impression de deux verres transparents à travers lesquels on voit les objets lointains: si, sur la carte de visite, sont tracées des lettres ou des figures, elles semblent suspendues en l'air ou gravées sur un verre transparent. Nous trouverons l'explication en admettant que, en vertu de la synergie et de la sympathie entre les deux yeux, toute stimulation d'un point d'une rétine produit dans le sensorium l'impression de la stimulation d'un point correspondant de la rétine de l'autre œil. Dans notre cas, les points correspondants à la *fovea* centrale des deux yeux qui fixent les objets lointains sont occupés par les images diffuses du papier blanc; habitués à rapporter les sensations de deux points correspondants des rétines à un unique point dans l'espace, nous concluons, par un acte psychique, par une cérébration inconsciente, à la vision de ce point unique à travers une superficie blanche transparente. Le contraste binoculaire s'obtient en collant, sur une carte de visite, un petit carré noir et en plaçant, entre la carte et un œil, un verre coloré; il est bon de tenir le verre très près de l'œil. Le petit carré noir nous paraîtra transparent et de la couleur de contraste pour l'œil muni du verre (son image étant croisée, se trouve en apparence du côté opposé); l'autre œil le verra de la couleur du verre. L'intensité de la couleur dépendra de la distance qu'il y a entre l'œil et le petit carré; plus la distance est grande, moins la couleur est

---

(1) AUBERT, *Physiologie der Netzhaut*, p. 130.



intense; au contraire, en rapprochant le petit carré on obtient le maximum d'intensité des couleurs. Ceci a lieu parce que l'intensité de l'illumination du fond blanc qui entoure le petit carré noir change avec la distance de la carte de visite de l'œil; or l'intensité de la lumière inductive est un élément important dans la production des couleurs de contraste. Lorsqu'on enlève le verre de l'œil, le phénomène dure encore pendant quelque temps, c'est-à-dire que les deux petits carrés de la double image continuent à être colorés des couleurs complémentaires l'un de l'autre; en fixant la carte de visite, les deux petits carrés se superposent et le carré unique devient noir, pour se séparer de nouveau en deux colorés, comme plus haut, quand on fixe un objet lointain.

Si, au lieu d'un carré noir sur un fond blanc, nous prenons un petit carré blanc sur un fond noir (drap ou velours noir), l'œil muni du verre coloré verra le carré blanc de la couleur du verre et l'autre œil le verra de la couleur de contraste. Dans l'expérience de Smith, avec la lumière latérale, le petit carré blanc, vu avec l'œil illuminé, prend une couleur verte; on obtiendrait le même effet en couvrant cet œil avec un verre vert. Brück explique le phénomène par la lassitude de la rétine, mais puisque je vois les couleurs dès que j'illumine l'œil latéralement, cette autre explication me paraît plus probable: la lumière qui traverse la sclérotique teint l'intérieur de l'œil de couleur rouge; le corps opaque qui empêche la pénétration des rayons dans la cornée jette une ombre sur la *fovea centralis* de cet œil; cette ombre, sous l'influence de la lumière blanche qui pénètre par la pupille, devient de la couleur complémentaire du rouge et on a le même effet que s'il y avait un verre vert devant l'œil.

IV. — L'introduction de quelques modifications dans l'expérience de Ragoni Scina rend évidente l'affinité qui existe entre les diverses expériences énumérées plus haut; en outre, elle fait ressortir les conditions qui sont nécessaires pour déterminer le contraste simultané et nous permet, par conséquent, de choisir la théorie apte à l'expliquer. Un verre coloré placé verticalement sur un livre ouvert, dans le plan médian, réfléchit les lignes d'une page et laisse voir, par transparence, les lignes de l'autre page. Tout d'abord la couleur des lettres ne paraît pas modifiée, mais en inclinant légèrement la plaque de verre à droite et à gauche, les lignes réfléchies apparaissent bientôt de la couleur du verre et les lignes transmises, de la couleur de contraste. La même chose se vérifie en plaçant sur une des pages un

petit carré noir; celui qui est vu par transmission, quand les lignes réfléchies passent dessus, devient transparent et d'une belle couleur complémentaire de celle du verre; le petit carré vu par réflexion, quand, en apparence, il s'abaisse sous les lignes vues par transmission, devient également transparent et de la couleur du verre; le phénomène de la transparence s'observe aussi avec un œil seul. Un petit carré blanc produit les effets opposés, c'est-à-dire que celui qui est vu par réflexion acquiert la couleur de contraste, etc.; ce dernier fait rattache l'expérience de R. S. à celle qui est mentionnée au n. I, dans lequel les trous du diaphragme vus par réflexion étaient de la couleur complémentaire de celle du verre; en effet le diaphragme à trous multiples, quand il est traversé par la lumière incolore, peut être considéré comme un diaphragme gris tacheté de disques blancs, et c'est pour cela que les trous réfléchis par la superficie postérieure du verre, c'est-à-dire ceux qui sont vus par transparence, acquièrent la couleur du verre, et les trous réfléchis par la superficie antérieure sont vus de la couleur de contraste.

V. — Dans les expériences d'optique physiologique, nous devons souvent avoir recours à des artifices qui servent à faire ressortir davantage le phénomène, ou qui sont parfois une condition indispensable pour la bonne réussite de l'expérience, bien que souvent ils nous semblent chose secondaire et que, non moins souvent, nous n'en voyions même pas la raison. Dans l'étude du contraste simultané on recourt à différents artifices dont quelques-uns se prêtent à une interprétation, d'autres non. Ainsi R. Scina dispose les deux petits carrés à angle droit et le verre au milieu de manière à former un angle de  $45^\circ$  avec chacun d'eux, évidemment dans le but de tempérer la lumière inductive. Dans l'expérience mentionnée, le diaphragme perforé a aussi pour but de tempérer la lumière, il accroît en outre l'effet du contraste, parce que les trous permettent d'exciter la rétine en plusieurs points isolés au lieu de l'exciter uniformément; ainsi un poids appliqué sur la peau au moyen d'un support muni de pointes produit plus d'effet qu'un support lisse qui porte le même poids. Le voile semi-transparent de l'expérience de Meyer produit un effet analogue à celui du diaphragme perforé. Dans l'expérience de Smith, le phénomène du contraste binoculaire ressort mieux si les yeux sont munis de deux tubes parallèles (1) dont l'effet est évidemment de mo-

(1) AUBERT, *Physiologie der Netzhaut*, p. 385.

dérer la lumière. Or l'intensité de la lumière inductive est d'une importance capitale pour la production du phénomène du contraste, comme nous pouvons nous en convaincre par l'expérience suivante : nous appliquons sur un verre coloré un petit carré de papier non transparent et nous exposons le verre à la lumière incolore ; en recueillant la lumière qui traverse le verre nous trouvons au milieu de la couleur du verre un petit carré de la couleur de contraste ; en rapprochant le verre de la source de la lumière, la couleur devient toujours plus pâle, et si la lumière est très intense et le carré très petit, il n'y a plus aucun contraste ; en éloignant le verre, la couleur de contraste devient toujours plus prononcée, et, à une distance donnée, dépendant de l'épaisseur du verre, elle acquiert un maximum d'éclat et tourne ensuite au noir, quand le verre s'éloigne davantage. Des faits semblables ont été observés par A. Lehmann, Schmerler, Neiglick (1). Selon ces auteurs, la perception du contraste suit la loi de Weber ; il y a un rapport constant entre l'intensité de la lumière inductive et de la lumière réactive. Comme, selon Wundt, la loi de Weber est une loi d'aperceptions plutôt qu'une loi de sensations, cet auteur trouve, dans le fait que le contraste est soumis à cette loi, une autre base pour sa théorie psychologique du contraste. L'influence de l'intensité de l'illumination sur le contraste se comprendra facilement si l'on considère que de celle-ci dépend l'intensité de la couleur inductive et, par conséquent, aussi de la couleur induite ; or une lumière trop intense, comme une lumière trop faible, nuisent toutes deux à la saturation d'une couleur qui ressort bien et atteint son maximum seulement avec une lumière modérée. Un autre artifice qui facilite grandement la vision du contraste simultané consiste à rendre apparemment transparent l'objet qui doit acquérir la couleur de contraste, et ce fait viendrait à l'appui de la théorie psychologique, puisque selon Wundt la transparence et l'éclat sont un phénomène psychologique autant qu'un phénomène physique (2). Selon Helmholtz et Aubert, au contraire, ils sont dus au contraste.

VI. — Et maintenant, sous quel point de vue unique pouvons-nous considérer tous ces faits ? Quelle est la théorie la plus probable apte à les expliquer ? En général nous avons le phénomène de contraste

1) Wundt, *Physiologische Psychologie*. Bd. I, p. 475.

2) Wundt, *ibid.* Vol. II, p. 479.

simultané quand, au milieu d'une vaste superficie de la rétine stimulée par une lumière colorée de suffisante saturation, il y a une petite superficie stimulée par la lumière incolore dans ses différentes gradations, depuis le blanc jusqu'au noir. Il ne me semble pas que la vision du contraste soit un acte purement psychique comme, par exemple, l'association des idées. Que, au milieu d'individus de petite taille, un homme de moyenne stature puisse paraître grand, que, parmi des nègres, un individu brun puisse paraître blanc, et que, au milieu d'intelligences médiocres et vulgaires, un individu doué de moyenne capacité intellectuelle puisse paraître un homme de talent, il n'y a pas de doute; mais pourquoi un petit carré blanc au milieu d'une superficie rouge doit-il paraître vert et non plutôt rouge, clair ou rosé? Que le rouge et le vert entrent dans la formation du blanc, c'est un fait qui résulte d'études compliquées, et c'est une gloire impérissable pour Helmholtz de nous avoir révélé ce fait, mais ce n'est pas une notion commune qui soit facilement suggérée à toute intelligence par la simple vue des deux couleurs. Cependant nous ne devons pas exclure pour cela tout processus central; le fait de la transparence mentionné plus haut et les autres que l'on observe avec le voile semi-transparent dans l'expérience de Meyer parlent en sa faveur; seulement dans ces processus et autres semblables on n'a pas encore réussi à déterminer le point où cesse l'activité de la fibre périphérique et où commence l'activité de l'élément nerveux central. Il me semble que le contraste marginal pourrait être apporté comme preuve de la participation de l'organe périphérique de la vue dans la production du contraste. Lorsque le carré incolore, entouré par la superficie colorée, est grand, et que la superficie incolore et la superficie colorée se touchent sur une seule ligne, la couleur de contraste teint seulement le bord de la superficie incolore, elle s'y avance, comme un liquide qui imbibé le papier buvard, plus ou moins loin selon l'intensité de l'illumination, c'est-à-dire de l'intensité de la couleur inductive. La théorie photochimique de Hering serait apte à nous donner l'explication des phénomènes mentionnés s'il était possible d'y admettre les modifications suivantes. Il faut d'abord supposer que, en correspondance des quatre couleurs fondamentales, les substances rouge-vert et jaune-bleu soient constituées chacune par une couple de substances dont chacune prise isolément ou avec une des substances de l'autre couple soit soluble dans la substance blanc-noir, mais ne le soit pas avec sa propre compagne, et que, au contraire, avec cette dernière,

elle donne, dans le dissolvant, un précipité, ou qu'elle forme une combinaison inactive. Nous devons admettre, en outre, que chaque substance d'une couple, quand elle se trouve en solution et s'absorbe par l'épithélium sécréteur, y provoque la sécrétion de la substance antagoniste, en d'autres termes, que chacune des quatre couleurs fondamentales soit capable de donner une substance qui, outre l'action sur les bâtonnets, produise sur l'épithélium sécréteur ou sur le substratum chimique de la vision l'effet de la couleur complémentaire. Au fond, de nouveau, il n'y a d'admis que la solubilité, le reste est conforme aux idées de Hering; et la solubilité peut être admise en la basant sur le fait du mélange des couleurs avec le blanc et le noir dans tous les rapports, et elle n'est point en contradiction avec l'autre fait de la vision distincte de raies colorées ou noires sur le fond blanc, parce que les premières traces dissoutes seraient absorbées et provoqueraient la sécrétion ou formation de la substance antagoniste qui ferait même ressortir davantage les contours. Avec un petit effort d'imagination nous pouvons nous expliquer ainsi l'irradiation en appliquant, *mutatis mutandis*, ce qui a été dit des couleurs aux substances blanche et noire; nous nous expliquerons aussi les images négatives, le mélange des couleurs, l'action des couleurs complémentaires et le contraste simultané. Supposons le cas d'une vaste superficie rétinique, qui entoure un petit carré incolore, illuminée par la lumière rouge, la substance rouge pénètre dans les contours du petit carré, se dissout dans la substance visuelle qui le couvre, s'absorbe, provoque la sécrétion de la substance antagoniste et produit en conséquence, selon la grandeur du carré, le phénomène du contraste simultané ou le contraste marginal. Le contraste simultané binoculaire peut aussi être interprété dans le même sens. Lorsque l'œil gauche est muni d'un verre rouge et que l'on regarde sur un carré noir sur fond blanc, on a sur la rétine gauche un fond rouge qui entoure le carré noir, lequel, comme plus haut, est vu de la couleur de contraste; l'absorption de la substance rouge produit, dans cet œil, la sécrétion de la substance verte neutralisée par le rouge qui continuellement est produit par la lumière rouge; il n'en est pas de même dans l'œil droit où la sécrétion du vert, par la synergie entre les deux yeux, a lieu sans être neutralisée par le rouge, puisque cet œil voit le fond du petit carré dans sa couleur naturelle; on a donc un fond vert qui entoure un carré noir et ensuite le dernier acquiert la couleur rouge. Quand on regarde sur un carré blanc sur fond noir, l'œil gauche muni du verre

a l'impression d'un carré rouge sur fond noir, dans l'œil droit en correspondance du petit carré blanc a lieu une sécrétion de substance verte non neutralisée et le petit carré apparaît de cette couleur. Dans le langage de Hering on dirait, que dans un œil a lieu l'assimilation équilibrée par la dissimilation, dans l'autre œil, la seule assimilation de la substance rouge-vert.

---

*Sur les substances minérales des plantes  
à feuilles persistantes* <sup>(1)</sup>

par le prof. GIOVANNI BRIOSI.

---

(Laboratoire botanique de l'Université de Pavie).

---

En physiologie végétale, on le comprend sans peine, il n'est pas d'étude plus importante que celle de la nutrition des plantes.

Le seul fait que les résultats obtenus jusqu'ici, grâce aux travaux classiques d'Ingenhouss (1779), de De Saussure (1804), Liebig et Bous-singault (1841), et ceux modernes ou récents de Unger, Nägeli, Sachs, Wolff, Sarreau, Trinchinetti, Pfeffer, Meyer, Schimper, Errera, etc., sont les fondements sur lesquels reposent l'agriculture et la sylviculture moderne, montrent suffisamment qu'il n'est pas de domaine en botanique dont on soit en droit d'attendre davantage et qui soit plus digne de la méditation et des recherches des savants. — Malgré les grands progrès cependant qu'a fait la connaissance des phénomènes d'assimilation (terme général), on est cependant encore bien éloigné de posséder des notions exactes sur le rôle que remplissent dans la synthèse organique végétale, les divers corps simples que l'on a reconnu être indispensables aux plantes.

Quant aux substances minérales, p. ex., c'est tout au plus si l'on a trouvé et établi avec certitude que quelques-unes d'entre elles sont

---

(1) Résumé du mémoire publié à Milan, 1888, p. 63.

indispensables à de certaines fonctions de la plante, sans avoir encore cependant pu préciser exactement les transformations chimiques auxquelles elles sont nécessaires. C'est ainsi, p. ex., que le fer a été trouvé indispensable à la formation de la chlorophylle, bien qu'en vérité la chlorophylle ne contienne pas de fer, et ainsi de suite.

Pour d'autres substances telles que la potasse, le magnésium, le soufre et le phosphore, on sait seulement qu'une plante ne saurait s'en passer, et qu'on les retrouve souvent accumulées dans de certaines parties du végétal, mais on est encore réduit à des hypothèses quant à ce qui concerne les transformations par lesquelles ils y arrivent.

Enfin une quantité très considérable de substances qu'on trouve en plus ou moins grande proportion, souvent en grande quantité, dans de certaines plantes, rentrent dans la catégorie de celles dites accessoires ou superflues à l'organisme végétal, car, comme l'a déjà proclamé De Saussure, la plante absorbe toutes les substances qu'elle trouve dans le sol (même celles qui lui sont nocives), il est vrai pas toutes dans la même proportion.

Tels sont la silice, que l'on rencontre en abondance dans le tissu épidermique des équisétacées et du plus grand nombre des graminées; l'iode et le brome que l'on retire des fucus, le zinc qui s'accumule quelques fois dans de certaines plantes (violette) croissant dans des terrains calaminifères, le manganèse, l'aluminium, etc.

Dans cet état de nos connaissances tout travail apportant quelques nouveaux faits appartenant à ce domaine de la physiologie végétale, est nécessairement bien-venu.

Tel est celui du Prof. Briosi, indiqué en tête de ces lignes. Il contient une respectable série de déterminations des variations que présente la teneur, procentuelle et par unité de surface, en substance sèche, en cendres et en eau, des feuilles de 14 espèces de plantes à feuilles persistantes. Les analyses ont été effectuées sur des feuilles âgées de 1, 2, 3, 4 et 5 ans; sur le *Cephalotaxus drupacea* (espèce d'If) l'auteur a même étendu ses recherches jusqu'aux feuilles âgées de 10 ans. L'âge des feuilles fut déterminé, dans les cas où l'inspection à jets annuels laissait subsister quelques doutes, à l'aide du microscope, c'est-à-dire en constatant le nombre d'anneaux ligneux existant dans le rameau à la place où la feuille avait crû. Pour plus de sûreté dans cette détermination l'auteur se servit de fluoroglucine qui, étant un réactif de la lignine, fait paraître plus coloré le bois d'automne qui est plus dense.

La feuille, à peine cueillie, était pesée sur une balance de précision, puis sa surface était déterminée au moyen d'un réseau millimétrique: on la divisait ensuite en petits morceaux, on la desséchait à 110° c., après quoi elle était pesée de nouveau. — La différence des deux poids obtenus donnait l'eau de végétation. Les cendres furent aussi déterminées et obtenues probablement par la méthode usuelle, soit en brûlant la feuille dans un creuset en platine, et en aidant l'opération avec un jet d'oxygène.

Il suffira ici, pour donner une idée au lecteur du travail qui nous occupe, de citer ici les résultats, qui sont consignés à la fin de celui-ci. p. 61-63; quant au contenu des nombreux tableaux dont ce mémoire est enrichi ils ne sauraient être reproduits dans un compte-rendu tel que celui-ci, et doivent être lus dans l'original.

Voici donc ces résultats:

1° La teneur en substance minérale des feuilles des plantes à feuilles persistantes que j'ai analysées, dit le Prof. Briosi, augmente avec les années; elle est donc une fonction du temps.

2° La teneur des dites feuilles en substance organique, non-seulement n'augmente pas en proportion des substances inorganiques, mais tend au contraire à diminuer avec l'âge.

3° La teneur de ces feuilles en substance organique atteint son maximum par unité de surface foliaire dans la première année; ensuite, elle tend à diminuer. Les feuilles de l'*Eucalyptus globulus*, du caroubier (*Ceratonia siliqua*) et du chêne yeuse (*Quercus Ilex*) font cependant exception.

4° Bien que le rapport entre la quantité d'eau et la substance sèche contenues dans les dites feuilles varie avec l'âge de celles-ci (malgré que les feuilles comparées entre elles aient été toujours recueillies simultanément sur un même rameau), il existe cependant une certaine proportion entre ces deux facteurs, si on les rapporte à l'unité de surface.

5° Pour les rachis (1) leur teneur en substance minérale croît aussi avec les années.

6° Les substances organiques contenues dans les nervures mé-

(1) On désigne par *rachis* la nervure médiane des feuilles composées; je ne sais pour quelle cause il est employé dans ce travail aussi pour désigner celle des feuilles simples. — (Ref.).



dans augmentent avec l'âge; c'est donc l'inverse de ce que l'on constate chez les feuilles. Ce fait est digne d'être confirmé par un plus grand nombre d'analyses.

7° Les substances minérales des nervures médianes des feuilles persistantes s'y trouvent en quantité relativement supérieure que dans le limbe (1); parmi les plantes étudiées il n'y a que les feuilles secondaires de l'*Eucalyptus globulus* qui fassent exception.

8° Chez l'*Eucalyptus globulus*, dont les feuilles sont dimorphes, les unes, qui se produisent dans la jeunesse de la plante, sont horizontales, arrondies et possèdent de larges méats intercellulaires; elles transpirent davantage et ont une teneur en substance minérale supérieure à celles des feuilles secondaires, falciformes et pendantes, dont le parenchyme est plus dense.

Outre ses propres expériences, l'auteur passe en revue, dans son mémoire, un certain nombre de travaux se rapportant au sujet qu'il traite, et après les avoir commentés et résumés il en déduit:

1° Que chez les arbres à feuilles caduques (2), la teneur en substance inorganique augmente aussi à partir des premiers mois de vie, soit du printemps, jusqu'à leur mort, en automne. Le *Cerasus artem* (le cerisier) fait exception.

2° Dans les feuilles annuelles des plantes herbacées, au contraire, les cendres n'augmentent pas avec l'âge, mais décroissent le plus souvent du printemps en automne. Il existe cependant plusieurs exceptions à cette règle.

3° Dans le bois (du tronc et des rameaux), les substances inorganiques s'y trouvent en proportion beaucoup moindre que dans les feuilles.

4° Les substances inorganiques diminuent avec l'âge dans le bois, tandis qu'elles croissent dans l'écorce; cette dernière suit donc la même loi que les feuilles des plantes ligneuses; qu'elles aient ou non des feuilles persistantes.

5° Dans les tiges des plantes herbacées (sauf quelques plantes pérennes, comme la prêle (*Equisetum*) etc.) les substances inorganiques diminuent avec l'âge; les tiges de ces plantes se comportent ainsi comme le bois.

1 Partie dilatée de la feuille.

2 Dont les feuilles tombent en automne.

6° Si l'on compare la teneur en substances inorganiques des feuilles persistantes d'un an avec celle des feuilles annuelles, on trouve celle de ces dernières en moyenne plus considérable.

Tels sont les nombreux résultats du travail qui nous occupe; ils tendent à combler une véritable lacune de notre connaissance, et l'on ne peut que souhaiter que la seconde série d'analyses que l'auteur a annoncé dans ce mémoire vienne bientôt nous renseigner sur la valeur générale de ces conclusions (1).

---

(1) Toutefois il nous paraît qu'il eût été préférable de déterminer la surface des feuilles d'une manière plus exacte, avec un planimètre polaire de Amsler, p. ex., au lieu de se servir d'un réseau millimétrique qui donne des résultats nécessairement plus ou moins approximatifs; mais indépendamment de ceci il aurait fallu surtout, à notre avis, rapporter les poids des feuilles fraîches et sèches non à leur surface, de laquelle ils ne sauraient être une fonction, mais bien au *volume*, que l'on eût pu déterminer avec un volumétre, à peine modifié dans ce but. En effet, d'après nos propres observations, les feuilles persistantes de beaucoup d'espèces s'épaississent avec l'âge, jusqu'à un certain point, puis s'amincissent souvent de nouveau avant de tomber; ainsi, p. ex., les feuilles de citronnier de quelques mois mesurent en moyenne 0,2 mm. d'épaisseur entre les nervures, à 1 cm. du bord, tandis que celles d'un an mesurent en moyenne 0,25 à 0,27 mm. d'épaisseur (\*); celles d'été de l'*Osmanthus fragrans*, mesurées en automne, 0,3 mm., tandis que celles d'un an de cet arbre, mesurées à la même place, mesurent 0,5 mm. Chez l'*Eucalyptus globulus* les feuilles horizontales du printemps mesurent en automne en moyenne 0,2 à 0,25 d'épaisseur; les autres falciformes pendantes par contre 0,4 à 0,45! Il est vrai que le prof. Briosi a enlevé soigneusement à l'aide d'un bistouri la nervure médiane des feuilles chez lesquelles elle était épaisse, mais l'accroissement des nervures avec l'âge s'étend aussi aux nervures d'ordre inférieur. Ce facteur mérite, nous paraît-il, d'autant plus d'être considéré que les pesées sont exprimées ici en dixmillièmes de grammes.

Une proposition de ce mémoire nous a aussi frappé, la voici: l'auteur dit p. 18: « Quant au mécanisme de l'ascension du courant aqueux, plusieurs botanistes et physiciens émérites s'en sont occupés (Unger, Th. Hartig, Quinke, Wiesner, Sachs, etc.), mais le problème appartient à la catégorie de ceux que l'on peut discuter à l'occasion ». Or Errera (*Une expér. sur l'ascension de la sève chez les plantes. — Comptendu de la Soc. roy. botanique de Belgique*, t. XXV, 2<sup>me</sup> partie) a tranché définitivement la question en faveur de la théorie de Böhm (\*\*), par son ingénieuse expérience.

V. FAYOD.

(\*) Ces mesures ont été prises à l'aide d'un sphéromètre portatif.

(\*\*) Sachs et son école (Dufour etc.) faisait passer le courant aqueux ascendant dans la plante dans l'épaisseur des parois cellulaires et des vaisseaux; Böhm (et après lui R. Hartig, Elfving, etc.) soutenaient que ce dernier était intracellulaire.

---

## Le Phagocytisme dans l'infection malarique.

NOTE du prof. C. GOLGI (1).

(Laboratoire de pathologie générale et d'histologie de l'Université de Pavie).

Je désire attirer l'attention des pathologistes sur un fait qui est d'un certain intérêt, même au point de vue de la doctrine parasitaire, quoiqu'il n'ait qu'une importance secondaire dans l'étude de l'infection malarique.

Il s'agit de la présence dans les globules blancs du sang en circulation, de la rate et probablement de la moelle des os, de granulations pigmentaires et de véritables parasites malariques, présence qui, pouvant être vérifiée dans des périodes bien déterminées de chaque accès fébrile et dans certaines phases du cours de l'infection, acquiert l'importance d'une loi en rapport avec d'autres lois connues.

Relativement au *phagocytisme*, ou propriété qu'ont certains éléments de notre organisme d'englober et de détruire d'autres éléments morts ou peu actifs et même des matières étrangères avec lesquelles ils se trouvent en contact, il me paraît qu'il n'est pas inutile de relever que si le fait indiqué par cette parole n'est pas nouveau, et que si l'on connaît aussi depuis longtemps par quelle propriété biologique des cellules il peut s'accomplir (2), il n'est pas moins vrai que ce même

---

(1) Communication faite à la Société Médico-chirurgicale de Pavie dans l'assemblée du 19 mai 1884. — Extrait du journal *La Riforma medica*, an. IV, mai 1884.

(2) L'idée du phagocytisme a été développée d'une manière explicite et avec assistance par M. Bizzozzo dès l'an 1872 dans un ouvrage *Sur l'endogénèse du pus* (*Gazz. med. ital.*, Milan, 1872). Il rattachait en effet au phagocytisme la présence, dans les abcès, de cellules purulentes contenant d'autres cellules. « Si les cellules purulentes ordinaires, dit-il, peuvent dévorer des corps de leur volume, à plus forte raison pourront-elles, ces grosses cellules, dévorer deux, trois ou même un plus grand nombre de corpuscules de pus. » — Il recourait à la même idée pour expliquer la formation des cellules globulifères et la destruction des globules rouges dans leur intérieur (voyez le même ouvrage sur la genèse du pus et sa publication *Sur la moelle des os* de l'an 1884).

fait, considéré sous un point de vue nouveau et interprété autrement qu'il ne l'a été jusqu'ici, devient bien plus important, permettant de rapprocher des faits très disparates, à l'égard desquels aucun ne se serait douté d'une analogie.

Ainsi, par exemple, l'absorption de la myéline des fibres nerveuses dégénérées et l'émigration même des leucocytes des vaisseaux dans le processus inflammatoire, ont pu être rapprochées de l'absorption des fibres musculaires de la queue du têtard et de la destruction du tissu larvaire de quelques insectes.

Ainsi, le mode de destruction du sang extravasé ou bien injecté dans une cavité ou dans les parenchymes, destruction qui s'effectue par l'action des globules blancs, et la formation des cellules globulifères tant normales que pathologiques, présentent de l'analogie avec la destruction des microorganismes (du charbon, de l'érysipèle, de la fièvre récurrente, de la septicémie, etc.) qui s'opère, sous l'influence des globules blancs, dans les cas, où l'organisme attaqué peut résister à l'action délétère des microorganismes eux-mêmes.

C'est encore d'après les mêmes considérations que la genèse des cellules géantes, normales et pathologiques, a aussi pu être assimilée au phénomène qu'on peut observer dans la cavité somatique de certains métazoaires inférieurs, lorsqu'on y injecte de grosses granulations de carmin (agglomération et fusion de plusieurs globules blancs pour englober et détruire les corps étrangers) (1).

Tous ces faits s'accompliraient d'après une même loi, c'est-à-dire la tendance des éléments jeunes et les plus actifs de l'organisme, inhérente à la contractilité du protoplasme, à s'approprier, pour les détruire, des parties ou éléments appartenant à l'organisme même, ou bien étrangers, qui, étant morts ou inactifs, ou exerçant une action spécifiquement délétère (microorganismes), peuvent être dangereux.

La destruction graduelle des parties englobées, sans excepter les microorganismes, quand toutefois ceux-ci ne l'emportent pas sur les phagocytes, s'opérerait par l'effet d'une véritable action digestive du protoplasme englobant (digestion intracellulaire).

---

(1) Les nombreuses publications de METSCHNIKOFF sur sa théorie du phagocytisme ont été résumées par lui-même dans l'ouvrage suivant: *Sur la lutte des cellules de l'organisme contre l'invasion des microbes* (Annales de l'Institut Pasteur, 1888). Voyez aussi l'exposition succincte du D.<sup>r</sup> R. FUSARI, *La digestione intracellulare negli organismi e la sua importanza nella patologia* (Gazzetta degli Ospedali, n. 39, 40, 41, 1887).

S'agit-il vraiment d'une *digestion intracellulaire*, fonction qui, à l'égard de nos globules blancs, serait l'expression d'une propriété phlogénétique à assimiler à la véritable digestion intracellulaire observée dans les protozoaires amœbiformes ? Est-elle bien fondée la doctrine d'après laquelle l'explication de l'immunité naturelle ou acquise, comme serait celle que procurent les inoculations préventives, se trouverait dans l'activité digestive plus ou moins grande des phagocytes et dans le pouvoir qu'ils ont de l'emporter sur les microorganismes envahisseurs ? Voilà des questions que je ne crois pas devoir discuter ici, et qui certainement ne pourraient pas être résolues avec les éléments dont je puis disposer. Je ne vois aussi qu'une importance secondaire dans la discussion sur la question téléologique de savoir si les faits que nous venons de rappeler doivent être considérés comme des manifestations de la lutte pour l'existence.

Me basant sur mes observations relatives à l'infection malarique, il me suffit de relever que même dans l'évolution du processus qui caractérise cette maladie, le phagocytisme joue un rôle spécial et constant, s'effectuant comme fonction régulièrement périodique de quelques éléments, fonction ayant pour résultat non-seulement la destruction du produit de l'échange nutritif des microorganismes spécifiques de la malaria (mélanine), mais aussi de plusieurs microorganismes eux-mêmes.

Je dois noter ici que même à l'égard de l'infection malarique la connaissance des faits concernant le phagocytisme n'est pas nouvelle.

Sans parler des observations de Frerichs (1), de Griesinger (2), de Arnstein (3), de Kelch (4), qui remontent à une époque antérieure à celle des nouvelles conquêtes de la science relativement aux connaissances sur la nature du poison malarique et ne concernent que le pigment, nous devons rappeler que Laveran, à qui est due la découverte des formes parasitaires sur lesquelles on discute maintenant d'une manière particulière, dès l'an 1880, dans la relation de ses re-

(1) FRERICHS, *Clinica delle malattie del fegato*. Napoli, 1867.

(2) GRIESINGER, *Traité des maladies infectieuses*, trad. franç., 2<sup>me</sup> édit. Paris, 1877, p. 44.

(3) ARNSTEIN, *Bemerkungen über Melanemie und Melanose* (Arch. de Würchow, vol. 61).

(4) KELCH, *Contribution à l'anatomie pathologique des maladies palustres endémiques. — Observations sur l'anémie, la mélanémie et la mélanose palustre* (Archives de physiol. nor. et path., t. 2).

cherches, notait, parmi les données caractéristiques de ses études sur la malaria, la présence dans le sang (surtout après les paroxysmes fébriles) de leucocytes contenant des granules de pigment ou leucocytes mélanifères, qu'il distinguait facilement des corps hyalins pigmentés qui existent aussi dans le sang des malariques.

De ce fait, Laveran donnait une juste interprétation, en le mettant en rapport avec les expériences sur l'englobement des granules de cinabre injectés dans l'appareil vasculaire, et en admettant que le pigment devient libre par l'effet de la désagrégation des parasites malariques.

A ce genre de faits se rapporte l'observation de MM. Marchiafava et Celli de la présence, dans le sang, dans certains cas d'infection malarique grave, « de cellules blanches globulifères (c'est-à-dire renfermant des globules rouges, quelquefois avec des corps pigmentés) ou pigmentifères » (1).

Mais, jusqu'ici, il n'y eut que des observations éparses, quasi incidentelles, et non de la découverte d'une véritable et régulière fonction des globules blancs, fonction liée à l'évolution typique du processus malarique, et éventuellement destinée à influer sur ce travail morbide.

Tandis que c'est cette étude qui a été l'objet de quelques observations consignées dans la seconde des communications sur l'infection malarique que j'ai faites à la société médico-chirurgicale de Pavie (2). En effet, après avoir relevé la particularité que j'ai constatée de la présence dans le sang en circulation de globules blancs renfermant des microorganismes malariques pigmentés, tantôt bien conservés, tantôt en état de désagrégation, je déclarais que « ayant vérifié ce fait spécialement dans la période où l'infection allait en diminuant d'une manière spontanée et rapide, j'ai cru pouvoir supposer que ce fait doive, avec d'autres éléments, expliquer l'extinction spontanée de l'infection malarique ».

Successivement, Metschnikoff, en développant sa thèse générale sur la signification et l'importance du phagocytisme, tenant compte de mes observations et s'appuyant sur ses propres études, déclarait d'avoir pu se convaincre d'une action bien prononcée des phagocytes même dans les fièvres malariques, et de trouver cette action particulière-

(1) MARCHIAFAVA et CELLI, *Archives italiennes de Biologie*, t. VIII, p. 131.

(2) C. GOLGI, *Ancora sulla infezione malarica* (*Gazzetta degli Ospedali*, n. 53, 1886; *Archives italiennes de Biologie*, t. VIII, p. 154).

ment dans les macrophages de la rate et du foie. Il est vrai, cependant, que (pour ce qui a trait à la malaria) les considérations de Metschnikoff sont trop doctrinales: il ne vérifiait pas le phagocytisme dans le sang en mouvement, mais dans le cadavre, et son interprétation sur le mode de formation des agglomérations de pigment est évidemment inexacte.

Relativement à l'infection malarique nous trouvons bien plus intéressantes et démonstratives les observations de phagocytisme rapportées par Guarnieri (1), Marchiafava et Celli (2), qui, d'après ces mêmes observations faites, par le premier, sur le foie anatomiquement étudié, et par les autres, sur des préparations de sang appartenant à des fébricitants, n'hésitaient pas à appliquer sans restrictions les doctrines de Metschnikoff, décrivant « comme une lutte entre les plasmodes et les globules blancs » la manière dont un globule blanc, observé au microscope, parvenait à englober et désagréger un plasmode pigmenté libre.

Je dois aussi mentionner ici les observations de Osler, qui vérifiait, trois fois, dans le sang des fébricitants, que des globules blancs englobaient des parasites malariques, et mettait ce fait en rapport avec la genèse de la mélanémie (3).

Dans l'étude des cas de malaria que j'eus les mois passés, j'ai de nouveau attiré l'attention sur le rôle que jouent les globules blancs dans le processus de la maladie, et ainsi, en même temps que je confirmais les observations précédentes sur la probabilité de l'influence du phagocytisme sur l'extinction spontanée de l'infection (extinction qui ici est le cas ordinaire), je pouvais vérifier d'autres particularités dignes d'être notées, et qui, avec d'autres données, permettent de formuler la loi suivante: « Le phagocytisme est un phénomène qui s'opère périodiquement comme fonction régulière des globules blancs, fonction qui s'accomplit d'une manière appréciable et correspond à des phases déterminées du cycle évolutif des parasites malariques, ainsi qu'à des périodes déterminées de chaque accès fébrile ».

1 G. GUARNIERI, *Ricerche sulle alterazioni del fegato nella infezione da malaria* (Atti della R. Accademia medica di Roma. Serie II, vol. III, 1887).

2 MARCHIAFAVA e CELLI, *Sulla infezione malarica* (Atti della R. Accademia medica di Roma. Serie II, vol. III, 1887).

3 W. OSLER, *An address on the haematosis of malaria* (British medical Journal, 1887).

Dans la fièvre intermittente, la période dans laquelle, à l'examen du sang en circulation, on peut observer les manifestations du phagocytisme, commence aux premiers symptômes de l'accès, est plus marquée 3 ou 4 heures après (nous pouvons naturellement supposer que le processus fébrile lui même influe sur le développement du phagocytisme, dans le sens que l'augmentation de température du sang rende plus vifs les mouvements amœboïdes des globules blancs) et elle finit quelques heures après la fin de l'accès: il s'agit d'une période de 8 à 12 heures; mais, pendant sa durée, on note des différences dans la manière dont se présentent les formes phagocytaires, différences dont la règle de succession constitue un autre caractère du phénomène.

Comme la période du commencement de l'accès coïncide avec la maturation et la segmentation des formes malariques, on peut ainsi, dans cette période, trouver des globules blancs renfermant soit des formes malariques entières qui vont se segmenter (formes en marguerite ou en rosette) ou déjà divisées (globules éloignés de la masse pigmentaire correspondante et répandus dans le protoplasma des globules blancs), soit des masses isolées de pigment (unique ou plusieurs dans un seul globule blanc), masses qui étant restées libres après la segmentation furent alors englobées dans les globules blancs.

Les globules blancs *mélanisfères* sont toujours bien plus nombreux que les *plasmodisfères*, mais soit les uns, soit les autres se trouvent toujours en petit nombre, et les derniers ne peuvent guère être observés que dans les cas d'infection très intense.

L'action dissolvante ou digestive du protoplasma des globules blancs sur le pigment et sur les formes malariques ne tarde pas à se manifester, et elle dure pendant un nombre d'heures déterminé; l'expression de cette action nous l'avons dans les transformations graduelles qui, à un examen répété à de courts intervalles, peuvent être vérifiées dans les substances englobées. Ainsi, tandis que dans le commencement de la période phagocytaire on rencontre des globules blancs avec des formes malariques entières ou commençant à se diviser, semblables à celles qui, dans la même période, se trouvent libres, ou bien avec des globes mélaniques identiques à ceux qui se trouvent au milieu des formes malariques mûres, dans les heures suivantes on observe, au contraire, des globules contenant ces mêmes formes en état de désagrégation toujours plus avancée, se réduisant en dernier lieu en de très fines granulations de pigment. Au bout de 10 à 12 heures, la



destruction des matériaux englobés étant complète, les formes phagocytaires disparaissent, pour se renouveler et subir la même évolution, après l'accès suivant.

Dans les fièvres tierces et quartes typiques, la scène se renouvelle dans une période si bien déterminée et avec tant de régularité, qu'en examinant durant les phases que nous venons d'indiquer, on est toujours sûr de découvrir quelque'une des formes dont il s'agit; cette loi constitue même une des données d'après lesquelles, par le seul examen de sang, nous pouvons savoir s'il y a eu un accès de fièvre et approximativement depuis quand il s'est manifesté.

Dans les fièvres intermittentes à double ou triple accès ou irrégulières, les phases étant plus rapprochées ou ne se succédant plus d'une manière uniforme, les manifestations phagocytaires perdent naturellement le caractère de la périodicité régulière, aussi la connaissance dont j'ai parlé ci-dessus peut-elle devenir très difficile.

On ne peut pas méconnaître la signification de la présence de formes malariques actives dans les globules blancs et de la destruction qui se fait toujours d'une façon régulièrement périodique d'un grand nombre de ces formes.

En effet, il est évident que si tous les parasites malariques arrivant à maturation (au bout de 2 jours dans les fièvres tierces et de 3 jours dans les quartes) complétaient invariablement leur cycle de manière que tous les jeunes plasmodies, au nombre de 8-12 et au delà, qui résultent de la segmentation, devaient envahir autant de globules rouges pour recommencer le cycle, il est évident, dis-je, que la règle serait que toute fièvre intermittente malarique devrait s'aggraver progressivement au point de se transformer en pernicleuse. Il arrive, au contraire, qu'en correspondance de chaque accès, et peut-être, en partie au moins, par l'effet de la température fébrile elle-même, les globules blancs détruisent un grand nombre de parasites de façon que, dans la grande généralité des cas, l'infection va graduellement en diminuant, surtout si une bonne alimentation favorise l'activité des globules (1).

---

1. En étudiant l'action phagocytaire des globules blancs des grenouilles relativement au *Bacillus rubrikis*, Gallemmaerts a pu vérifier que l'état général de nutrition a une grande influence sur l'intensité et la rapidité du processus. Dans les grenouilles dont la nutrition faisait défaut, parce qu'elles étaient conservées, en hiver, depuis quelques mois, il vit que, les mouvements du protoplasma des glo-

Touchant la diffusion et le degré du processus phagocytaire dans l'organisme, il est clair que ce que nous pouvons démontrer dans le sang en circulation n'est qu'une partie du tableau, car le phénomène en question doit se vérifier aussi, et d'une manière bien plus prononcée encore, dans la rate, dans la moelle des os et peut-être dans le foie. Quant à la rate, une série de piqûres de cet organe, que j'ai faites dans les diverses phases des accès fébriles, ainsi que pendant l'apyrexie, m'ont permis de vérifier que, surtout au commencement des accès, les diverses formes phagocytaires se trouvent dans la pulpe splénique en quantité bien plus grande que dans le sang en circulation, et que réellement on y voit souvent en abondance les grandes cellules renfermant un nombre considérable de globes mélaniques. Relativement au foie, une unique piqûre que j'ai faite, au commencement d'un accès, ne peut pas m'autoriser à admettre que, dans cet organe, les parasites malariques s'accumulent d'une façon exceptionnelle; mais, n'ayant fait qu'une observation, je pourrais n'avoir extrait par la piqûre que du sang pur. On ne peut parler que par induction de la moelle des os, s'agissant d'un organe qui se soustrait à l'examen clinique.

Il est un autre point que j'aurais voulu éclaircir; c'est de savoir si la quinine exerce une influence quelconque sur le phagocytisme. A ce sujet, on pourrait faire à priori deux suppositions, toutes deux rationnelles, quoique opposées; l'une, que la guérison provenant de la quinine soit favorisée par une augmentation de l'activité phagocytaire des globules blancs, d'où une prompt destruction des parasites malariques; l'autre, basée sur les expériences de Binz touchant l'action paralysante de la quinine sur les mouvements amœboïdes des globules blancs, que, par l'effet de la quinine, le phagocytisme soit, au contraire, aboli ou affaibli.

D'après mes observations, je ne puis pas me prononcer absolument en faveur de la seconde hypothèse; car j'ai trouvé des formes phagocytaires classiques même pendant l'action de la quinine. Je crois cependant pouvoir dire que, sous l'influence de ce médicament, le phagocytisme a été en diminution, et que par conséquent on peut at-

hules blancs étant beaucoup plus lents, les phénomènes phagocytaires étaient bien moins évidents que dans les grenouilles bien nourries (D. E. GALLEMAERTS, *De l'absorption du bacillus subtilis par les globules blancs* — *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, 1887).

tribuer à cette substance au moins une action inhibitoire temporaire sur les mouvements amœboïdes. Je dois ajouter que, dans quelques cas, il m'a paru que par suite de l'administration de la quinine le phagocytisme se fût manifesté plus tard que dans les circonstances ordinaires.

Il est très vraisemblable que l'action phagocytaire des globules blancs commence lorsque la quinine a tué les parasites malariques; mais, sur ce point, mes observations sont tout à fait insuffisantes.

Une nouvelle question soulevée récemment relativement au phagocytisme en général (1), question qui se rattache à des discussions sur la signification téléologique que Metschnikoff donne au phagocytisme (lutte pour l'existence entre cellules et parasites), c'est de savoir si les globules blancs peuvent seulement absorber les microorganismes morts ou qui vont mourir, ou s'ils dévorent aussi les microorganismes vivants, selon l'opinion de Metschnikoff.

L'observation que j'ai faite de globules blancs renfermant des plasmodes mûrs, dont la segmentation s'opère dans le protoplasma de ces mêmes globules, est évidemment en faveur de l'opinion de Metschnikoff. Je renonce cependant à entrer dans la question téléologique, dont la solution objective, selon moi, est impossible.

---

(1) Voyez à ce sujet et sur les questions précédentes les travaux suivants: C. WEIGERT, *Fortschritte der Medicin*, 1887, n. 22; J. CHRISTMAS-DIRCKINCK-HOMFELD, *Ueber Immunität und Phagocytose* (*Fortschritte der Medicin*, 1887, n° 13); EL. METSCHNIKOFF, *Kritische Bemerkungen über Aufsatz des Herrn I. v. CHRISTMAS-DIRCKINCK-HOMFELD, Ueber Immunität und Phagocytose* (*Fortschritte der Med.*, 1887, n. 17). — Voyez sur le même sujet les notes de WEIGERT et de METSCHNIKOFF dans le n. 3 des *Fortschritte der Med.*, 1888.

*Action de la température  
dans l'empoisonnement par la strychnine et par le curare.*

---

*Influence de la température sur la glycosurie*

par le prof. GAETANO GAGLIO (1).

---

Comme on le sait, la strychnine élève la température de l'animal et le curare l'abaisse considérablement; j'ai recherché quels changements subiraient les manifestations de l'empoisonnement par ces substances dans le cas où, refroidissant énergiquement les animaux strychnisés et réchauffant les curarisés, l'influence de la température se trouverait modifiée.

Éliminant ainsi le facteur de la température dans la production des symptômes, il était à prévoir que l'on acquerrait des connaissances sur l'action intime, directe des substances vénéneuses, privée des conditions accessoires qui l'accompagnent et qui la modifient.

Dans un de mes travaux (2) j'ai démontré que, si l'on entoure de neige un chien empoisonné avec la strychnine et que l'on pratique la respiration artificielle, l'animal échappe aux dangers de la paralysie respiratoire et cardiaque, auxquels il succombe rapidement dans l'empoisonnement ordinaire à raison de la haute température que provoque la strychnine.

Après une demi-heure, une heure de respiration artificielle dans l'animal refroidi, on peut l'interrompre et alors on voit que le chien, lorsque le tétanos musculaire a cessé, reprend sa respiration régulière, tandis qu'il gît paralysé sur le flanc ayant à peine le pouvoir de faire, avec les membres, les mouvements associés à ceux de la respiration.

---

(1) *La Riforma medica*. Anno IV, 1888.

(2) *Sur la résistance des fonctions du cœur et de la respiration à la paralysie produite par l'action de la strychnine* (*Annali di Chimica e di Farmacologia*. Vol. VII, Série IV).

Ceci s'observe déjà avec les faibles doses mortelles de strychnine calculées sur la base de la minime dose mortelle de gr. 0,00045 de strychnine par kilogramme de poids de chien. Dans ces conditions, les chiens peuvent, dans l'espace de 4-5 heures, éliminer la substance vénéneuse et survivre à l'empoisonnement. Le point le plus important, qu'il ne faut pas oublier dans cette circonstance, c'est de pratiquer la respiration artificielle vigoureusement, parce que l'air que l'on chasse dans les poumons doit, pour les dilater, vaincre l'état fortement tétanique des muscles costaux et du diaphragme.

Avec des doses plus fortes de strychnine (gr. 0,05-0,10 pour un chien) dans l'animal soumis au refroidissement et à la respiration artificielle, après la *période tétanisante* de la strychnine, s'établit plus promptement sa *période dépressive*, ce stade dans lequel la paralysie succède au tétanos musculaire, mais l'animal conserve encore pendant plusieurs heures le pouvoir de respirer. Cette période d'action de la strychnine, qui a échappé à l'observation de tous les expérimentateurs, nous pourrions l'appeler *période narcotique*. Cependant, dans cet état encore, l'action de la strychnine est reconnaissable, parce que la respiration ne s'accomplit pas tranquillement, mais par secousses, et qu'il suffit de frapper avec le poing sur la table où gît l'animal pour que le chien réagisse par un mouvement de respiration.

En injectant dans les veines des chiens, dans les conditions décrites plus haut, de très fortes doses d'un sel soluble de strychnine (gr. 0,80-1 gr.) on voit facilement, à la période narcotique, succéder la *période convulsante*, que Vulpien était très difficilement parvenu à reproduire sans refroidir l'animal, en injectant rapidement des doses excessives de strychnine. Dans cette période la respiration spontanée cesse, mais la respiration artificielle est capable de maintenir pendant des heures les mouvements du cœur et la circulation; et en mettant à nu les nerfs sensitifs de l'animal, on observe la graduelle déperdition de leur excitabilité au courant électrique induit, jusqu'à ce qu'on arrive au point que le plus fort courant, appliqué sur le parcours du nerf, n'est plus capable de déterminer aucun mouvement musculaire: à ce point on observe que le cœur est encore capable de battre longtemps et régulièrement.

Ces périodes de l'empoisonnement avec la strychnine ont été observées par moi dans les limites de température animale de 40°-33°. Je me suis servi de la neige pour refroidir l'animal, seulement pendant la période tétanisante de la strychnine; lorsque la paralysie commence

à s'établir, l'animal tend à se refroidir et alors il est plutôt nécessaire de le réchauffer si on veut le maintenir à température normale.

Ayant observé de la sorte toutes les phases de l'empoisonnement strychnique, éliminant seulement la haute température à laquelle donne lieu le tétanos musculaire, j'ai voulu rechercher si, dans ces circonstances, la strychnine déterminait de la glycosurie chez les chiens.

Comme on le sait, la glycosurie consécutive à l'empoisonnement par la strychnine a été seulement observée dans les grenouilles; elle ne l'a pas été chez les chiens, et Vulpian en encrimine la brève durée de l'empoisonnement. Les expériences que j'ai entreprises dans ce but ont été exécutées dans le laboratoire de Matière médicale de Palerme, en présence de divers collègues et du prof. V. Cervello. Nous avons pu démontrer, de la manière la plus précise, la glycosurie chez les chiens empoisonnés avec la strychnine.

Les animaux étaient d'abord attachés et soumis à la trachéotomie, puis on les entourait de neige, jusqu'à ce que la température de leur corps s'abaissât de 1° à peine. On injectait alors lentement une solution de nitrate de strychnine à 1 % dans les veines ou hypodermiquement; dès que l'on voyait la respiration naturelle compromise par le tétanos des muscles, on pratiquait la respiration artificielle à l'aide d'un soufflet. On choisissait, pour ces expériences, des chiennes, dans la vessie urinaire desquelles on introduisait un gros cathéter qui débouchait dans un verre. Nous avons observé que, durant le tétanos musculaire, la sécrétion urinaire était presque nulle ou entièrement supprimée; mais dans la période narcotique et dans la période curarisante de la strychnine, l'urine coulait goutte à goutte du cathéter assez abondamment pour en compter 10-20 gouttes à la minute. Pour faciliter la sécrétion urinaire pendant l'empoisonnement, nous introduisimes à plusieurs reprises, au moyen d'une sonde gastrique, quelques verres d'eau dans l'estomac de l'animal.

L'urine ainsi recueillie contenait une petite quantité d'albumine sans qu'elle se montrât sanguinolente; acidifiée avec l'acide acétique et chauffée, on voyait en effet apparaître des flocons albumineux, tantôt plus, tantôt moins abondants; filtrée et traitée par le réactif de Fehling, elle le réduisait fortement, laissant déposer un précipité jaune. Également avec la potasse caustique et avec la potasse et le sous-nitrate de bismuth l'urine dévoilait la réaction intense de la glycose.

Pour une de ces chiennes auxquelles nous injectâmes gr. 0,21 de

nitrate de strychnine, on fit la détermination quantitative de la glycose dans les urines (30 cc.) émises deux heures après l'empoisonnement. 20 cc. de réactif Fehling furent décolorés complètement par 3 cc. d'urine; par conséquent celle-ci contenait le 3,33 % de glycose.

La strychnine détermine donc chez les chiens une facile et abondante glycosurie, pourvu que nous nous opposions, en refroidissant énergiquement les animaux, à l'hyperthermie qui dérive du tétanos musculaire. Nos expériences démontrent que si, jusqu'à présent, dans les empoisonnements avec la strychnine, on n'avait pas observé de glycosurie, cela doit être attribué à la circonstance accessoire que la strychnine élève excessivement la température animale et au fait que, de l'empoisonnement par la strychnine chez les mammifères, on a étudié le stade tétanisant et non le stade dépressif.

Maintenant on peut, avec raison, demander en quelle mesure d'autres poisons qui déterminent la glycosurie, comme par exemple le curare, dépendent, en ce qui concerne cette propriété, de la circonstance accessoire d'abaisser la température de l'organisme.

En effet, la glycosurie que l'on observe consécutivement à l'action de diverses substances, curare, oxyde de carbone, etc., s'associe constamment à un abaissement de température du corps. On remarque la même chose pour la glycosurie qui dérive de diverses lésions des centres nerveux et de la piqûre du 4<sup>ème</sup> ventricule cérébral, lesquelles ont pour conséquence immédiate ou consécutive une dépression notable de la température de l'animal.

Si l'on empêche qu'un animal empoisonné avec le curare ne se refroidisse et que, au contraire, on le réchauffe artificiellement jusqu'à une température de quelques degrés supérieure à la moyenne, température à laquelle arrivent facilement les animaux strychnisés, y aura-t-il glycosurie ?

Pour répondre à cette question j'ai fait beaucoup d'expériences sur des chiens, sur des lapins et sur des chats.

Les animaux étaient soumis à la trachéotomie et tenus dans une étuve de zinc à double paroi entre lesquelles on faisait chauffer de l'eau. Cette eau, au moyen d'un régulateur à mercure, pouvait être maintenue à une température constante. On observait la température rectale de l'animal, et quand elle s'élevait de 1° au dessus de la normale, on lui injectait sous la peau une dose toxique de curare. Dès que par suite de la paralysie des muscles, la respiration naturelle venait, à s'affaiblir, on pratiquait la respiration artificielle avec le soufflet.

Le thermomètre était maintenu constamment dans le rectum, et on réglait la température de l'étuve de manière que la température rectale des animaux se maintint toujours au degré désiré.

Pour atteindre ce résultat il était nécessaire de chauffer, au commencement de l'expérience, l'eau de l'étuve à un degré très élevé, 40°-45°, pour qu'il fût possible d'élever, en un quart d'heure, une demi-heure, de 1° la température de l'animal normal. Une fois que l'animal était curarisé, il fallait refroidir l'étuve jusqu'à 35°-39°, la température de l'animal se maintenant de quelques degrés supérieure à la température ambiante. Dans l'animal curarisé, lorsque le mécanisme régulateur thermique de l'organisme faisait défaut, il était très facile, en chauffant un peu plus ou un peu moins l'étuve, de porter l'animal à ce niveau de température que l'on désirait et de l'y maintenir constamment.

Le résultat concordant de ces expériences a été celui-ci, que *les chiens, les lapins et les chats sous l'influence du curare et de la respiration artificielle, maintenus à la température rectale de 41°-42°-43°, ne présentèrent plus de glycosurie.*

Donc, le curare, à cette température que la strychnine fait facilement atteindre aux animaux, n'est plus capable de déterminer de glycosurie.

La durée ordinaire de la curarisation dans nos expériences fut de 2-3 heures; au bout de ce temps, ou l'animal mourait, bien que la respiration artificielle fût continuée régulièrement, et cela s'observait spécialement quand la température rectale montait à 43°, ou l'expérience était interrompue, parce que l'animal commençait à revenir à lui, à faire des mouvements, et l'on considérait comme terminée la période de l'empoisonnement.

Dans les conditions décrites ci-dessus, la sécrétion urinaire était évidemment diminuée; toutefois, en injectant de l'eau dans l'estomac des animaux, il m'était facile de recueillir des quantités suffisantes d'urine. Dans ces urines des lapins (six) et des chats (deux) je ne rencontrai jamais trace de glycose; dans les urines des chiens, exceptionnellement, je trouvai (deux fois sur dix expériences) qu'elles réduisaient un peu le réactif de Fehling.

Ces traces de glycose n'étaient en rien comparables à l'abondant précipité de protoxyde de cuivre que donnent, avec le réactif de Fehling, les urines des chiens curarisés dans les conditions ordinaires.

La glycosurie est donc manifestement un processus qui s'associe à



ciement à un abaissement de la température de l'organisme, difficilement à une élévation de cette température.

Pour voir si ce principe est général j'ai voulu rechercher l'influence de la température sur la glycosurie déterminée par la piqûre du 4<sup>ème</sup> ventricule cérébral, en tenant les animaux à température fébrile dans l'étuve.

Pour faciliter le procédé expérimental, j'ai limité ces recherches aux lapins seuls, et sur eux j'ai vu, comme pour le curare, que, en les tenant dans l'intérieur de l'étuve à la température rectale de 41°-42°, il ne m'était pas possible de provoquer en eux la glycosurie avec la piqûre du quatrième ventricule.

La piqûre était exécutée, selon l'une des méthodes de Bernard, avec un stylet adapté, au dessous de la protubérance occipitale, à travers le cervelet. A la fin de l'expérience, après 3-4 heures, on tuait l'animal et on vérifiait l'exactitude de l'opération, si la lésion atteignait véritablement le plancher du 4<sup>ème</sup> ventricule.

J'ai aussi varié l'expérience, en faisant d'abord la piqûre du 4<sup>ème</sup> ventricule; 2-3 heures après l'opération je vérifiais le passage de la glycose dans les urines; à ce point la température du lapin marquait 37°-38°; j'élevais ensuite la température de l'animal renfermé dans l'étuve jusqu'à 41°-42°, et alors je voyais la glycose disparaître rapidement des urines, de telle sorte que, quelques heures après, on n'en rencontrait même plus trace.

Il semble donc que l'influence de la température sur la glycosurie soit un fait général; la température basse de l'organisme facilite l'établissement de la glycosurie, une température fébrile s'y oppose.

Je ne prétends certainement point conclure de là que le refroidissement de l'animal soit la cause directe du passage de la glycose dans les urines. Je regarde au contraire comme démontré, que le seul abaissement de la température n'est pas capable, par lui-même, de déterminer de glycosurie; on peut, comme on le sait, observer la température des animaux abaissée par les causes les plus diverses, sans qu'il en résulte comme conséquence un passage de glycose dans les urines. Mais il est certain que la glycosurie toxicologique et expérimentale s'accompagne très constamment d'un abaissement de température de l'organisme, de sorte que nous devons admettre que, étant donné la cause, encore ignorée par nous, qui provoque une plus abondante formation de glycose, celle-ci passera d'autant plus facilement dans les urines, que la température est moins élevée que la normale.

J'ai fait l'expérience de tenir les animaux curarisés ou opérés de la piqure du 4<sup>ème</sup> ventricule dans l'étuve réglée de telle sorte, que leur température ne s'élevât pas beaucoup au dessus de la normale, mais se maintint presque dans les limites de celle-ci, et j'ai vu, pour les lapins, qu'il suffit de maintenir en eux la température à 39°,5-40° pour que, dans le plus grand nombre des cas, il ne soit plus possible de provoquer la glycosurie et parfois pour qu'on l'observe à peine; chez les chiens curarisés, tenus à la température de 39°-40°, il passe seulement une petite quantité de glycose dans les urines, plus distincte après la seconde ou troisième heure qui suit la curarisation.

A la température rectale de 38°, les lapins aussi bien que les chiens présentaient une facile et abondante glycosurie.

Dans le cours de cette étude sur la recherche des conditions dans lesquelles s'établit la glycosurie par l'action de substances vénéneuses, j'ai trouvé d'autres substances qui, en dehors de celles connues, sont capables de déterminer chez les animaux une facile et abondante glycosurie.

Une de ces substances est la conine. Nous savons qu'elle possède une action analogue au curare, mais on n'avait pas encore recherché, que je sache, si, comme le curare, elle était capable de provoquer la glycosurie. En empoisonnant des lapins avec la conine et avec le bromhydrate de conine (gr. 0,05-0,10) et en les maintenant en vie au moyen de la respiration artificielle pendant deux heures, j'ai pu observer chez eux la présence d'une abondante glycose dans les urines; leur température pendant le temps de l'empoisonnement s'abaissait à 38°-37°.

Afin d'éliminer l'influence de la respiration artificielle dans la production de la glycosurie, j'ai exécuté, pour contrôle, sur des lapins sains, la trachéotomie et la respiration artificielle avec le soufflet pendant 2-3 heures, et j'ai vérifié que, dans ces circonstances, il ne se produit pas de glycosurie.

Une autre substance qui produisit une abondante glycosurie chez les lapins, sans qu'il fût nécessaire de pratiquer la respiration artificielle, ce fut le *succinate d'éthyle*. Cette substance, à la dose de 3-4 gram., ne paralyse pas l'animal, elle respecte la fonction de la respiration, mais abaisse considérablement la température du lapin, de telle sorte qu'il en meurt après 6-8 heures. Dans les urines de ces animaux, j'ai constaté, par les procédés ordinaires et en outre, au moyen de la réaction de la phénylhydrazine et de l'acétate de sodium, la présence d'une abondante glycose; on observa dans les urines ainsi

traitées le précipité jaune caractéristique résultant de cristaux en forme d'aiguilles, groupés à rosaces et à étoiles; l'alcool dissolvait ce précipité, et de la solution alcoolique évaporée on obtenait les mêmes cristaux en forme d'aiguilles.

En ce qui regarde les applications à l'homme qui peuvent dériver de cette étude sur la glycosurie, nous observons que le diabète aussi, dans l'homme, ne s'associe pas à des températures fébriles; la glycosurie est une maladie essentiellement apyrétique, et dans les maladies fébriles les plus diverses que contractent les diabétiques, on a observé une diminution ou la disparition de la glycose dans les urines (Leube, Rayer, Pavy, etc.); jamais, dans ces circonstances, on n'a signalé une augmentation de la glycosurie.

Si Senator et d'autres auteurs ont attribué la diminution de la glycose que les diabétiques fébricitants présentent dans les urines, à la diminution des aliments introduits et à la faible activité de la digestion, il résulte de notre étude qu'on doit tenir plus grand compte encore de l'influence que la température élevée exerce sur la diminution et la disparition du passage de la glycose dans les urines.

Cette influence de la température est probablement d'un ordre purement chimique: *la glycose, à une température de 2°-3° au dessus de la température normale, s'oxyde mieux qu'à la température normale; plus facilement encore en comparaison d'une température de 2°-3° au dessous de la température normale.*

Donc, étant donnée la cause qui provoque une plus grande production de glycose dans l'organisme, la glycose s'accumulera dans le sang et passera dans les urines d'autant plus facilement qu'il en échappe davantage au processus d'oxydation.

Toutefois nous ne pouvons facilement exclure que l'élévation de la température ne porte une dépression dans les organes producteurs de la glycose; sur cette question je n'ai pas d'expériences décisives. Dans ce but j'avais examiné le foie des animaux tenus pendant de longues heures sous l'influence du curare et de la température fébrile. Si dans ces circonstances j'avais trouvé la glycose du foie disparue ou diminuée, la diminution de la production de glycose dans le foie aurait été démontrée; mais les analyses que je fis me démontrèrent que la glycose était aussi abondante dans le foie de ces animaux que dans celui des animaux sains.

---

## *La fécondation et la segmentation étudiées dans les œufs des rats* <sup>(1)</sup>

par M. le Prof. **ALESSANDRO TAFANI**

Directeur de l'Institut Anatomique de Florence.

---

Ayant vu la nécessité de nouvelles recherches sur la maturation, la fécondation et la segmentation des œufs des mammifères, je choisis, pour les exécuter, le *Mus musculus* (variété blanche, variété noire) qui se conserve facilement en santé dans nos laboratoires et qui s'y reproduit en grand nombre dans toutes les saisons de l'année.

Bellonci (2), dont nous déplorons la perte toute récente, chercha à étudier, dans les rats, les œufs ovariens en maturation et Selenka (3) après la segmentation. Pour moi, au contraire, j'expose, dans cette note, les faits observés dans l'œuf de ces animaux depuis sa descente dans la trompe jusqu'à une segmentation avancée (4).

Je dois dire d'abord que l'ovaire du *Mus musculus* est entouré par une capsule complète comme dans le Phoque, dans la Belette, dans la Loutre, dans l'Ours (Weber), dans la Taupe (Mac-Lead) et dans quelques Chiroptères (Mac-Lead et Van Beneden), et que la trompe, à commencer de cette capsule, se dirige avec une allure très tortueuse vers le sommet de la corne utérine correspondante. Il est également nécessaire d'ajouter que, dans la capsule et dans la partie initiale de la trompe elle-même, il s'amasse un liquide généralement très limpide, rarement sanguinolent, quand les œufs se détachent des follicules respectifs.

---

(1) *Comunicazione preventiva fatta all'Accademia medico-fisica fiorentina.*

(2) BELLONCI, *Del fuso direzionale e della formazione di un globulo polare nell'ovulo ovarico di alcuni mammiferi* (Atti della R. Accademia dei Lincei. Seduta 12 aprile 1885).

(3) E. SELENKA, *Keimblätter und Primitivorgane der Maus*. Wiesbaden, C. W. Kreidell's Verlag, 1883.

(4) Dans un autre travail, que je dois publier de concert avec le Dr Lavinio Franceschi, je m'occuperai aussi de la maturation de l'œuf ovarien.

Ceci établi, les faits principaux observés avec certitude se résument dans les conclusions suivantes.

Depuis le moment où une femelle s'accouple jusqu'au moment de la parturition il s'écoule environ vingt jours.

On juge que l'accouplement a eu lieu par la présence d'un bouchon vaginal analogue à celui que nous observons, dans des circonstances identiques, chez quelques autres animaux.

Le bouchon vaginal est de provenance exclusivement mâle, contrairement à ce qu'affirme Lataste (1) pour le *Pachyuromis Duprasi* Lataste et pour le *Dipodillus Simoni*.

Chaque fois que mûrissent quelques œufs pour être expulsés de l'ovaire, a lieu un seul accouplement. Sur quatre-vingts femelles tuées dans les premières vingt-quatre heures après l'accouplement, il ne s'en trouva qu'une seule qui eût deux bouchons vaginaux et qui, par conséquent, se fût accouplée autant de fois et à bref intervalle. Il est cependant à noter qu'elle avait mis bas depuis trente-six heures seulement.

Le bouchon obstrue complètement tout le vagin et reste en place pendant plus de vingt-quatre heures dans le plus grand nombre des cas.

Chez toutes les femelles dans lesquelles on observa les signes de l'accouplement survenu, nous trouvâmes aussi, dans les premières cinquante heures consécutives, les œufs dans les trompes.

Chez quatre femelles tuées aussitôt après l'accouplement, les œufs avaient déjà fait un court trajet dans les trompes mêmes.

Voulant étudier cette partie de la période de maturation que les œufs parcourent dans l'ovaire, il est nécessaire de savoir que deux ou trois jours après la parturition il en mûrit quelques-uns, à peu près comme il arrive chez les lapines.

Dans l'ovaire, en même temps que les œufs en maturation destinés à être expulsés, il s'en trouve quelques-uns qui mûrissent, bien que leur descente vers la trompe soit impossible. En examinant ces derniers, lorsque les premiers sont déjà descendus dans la trompe pour être fécondés, on voit qu'ils émettent un globule polaire.

Jusqu'à présent on n'a trouvé aucun œuf dans les follicules sur le point de se rompre, qui eût formé un globule polaire normal, comme

1, LATASTE, Sur le bouchon vaginal du *Pachyuromis Duprasi* Lataste (Zoolog. Anzeiger, 1922, n. 110-111).

Bellonci dit qu'il arrive chez les Cobayes, et Van Beneden chez le Lapin et chez les Chiroptères.

Généralement, il mûrit en même temps de six à dix œufs qui, ensuite, descendent ensemble à travers les trompes. Il est rare cependant qu'il naisse plus de six petits. De nombreuses observations démontrent, au contraire, que, dans un très grand nombre de cas, les œufs qui descendent à travers les trompes ne sont pas tous fécondés et que, parfois, quelques-uns n'arrivent pas même à maturation complète.

Les œufs complètement sphériques, contenus dans la première portion de la trompe avant que les spermatozoïdes n'y arrivent, présentent dans les différents cas quatre divers stades de maturation.

Dans quelques-uns, on trouve seulement le fuseau de maturation étendu sous la superficie, tandis que, dans d'autres, nous le voyons dirigé obliquement vers un point de cette superficie qui se soulève.

Dans quelques-uns, on voit se former un globule polaire et, dans d'autres, on assiste à la formation d'un second globule après que le premier est complètement émis.

De la même manière que, dans une même trompe et dans le même temps, on trouve des œufs mûrs ayant un ou deux globules polaires, ainsi, dans d'autres cas, nous pouvons trouver des œufs fécondés et segmentés qui aient un ou deux globules polaires.

Les globules polaires, à raison de leur volume, de la constitution de leur corps, de la quantité de chromatine qui y est répandue ou réunie en forme de noyau, ne peuvent être confondus avec les cellules qui entourent l'œuf.

Les globules polaires n'abandonnent, en aucun cas, les œufs sur lesquels ils sont maintenus appliqués par une couche albumineuse extérieure.

La fécondation a lieu lorsque le pronucléus femelle est sur le point de se former au moyen du résidu du fuseau de maturation qui a formé l'unique globule polaire, ou avec le résidu du fuseau de maturation qui a formé encore un second globule polaire.

Dans tous les cas, la fécondation a lieu dans la partie initiale de la trompe.

D'après des calculs faits, il semble qu'elle arrive sept ou huit heures après l'accouplement.

Tandis qu'un grand nombre de spermatozoïdes pénètrent dans l'utérus, très peu parviennent à s'avancer à travers la trompe.

L'œuf, en descendant de l'ovaire, est accompagné de beaucoup de

cellules de la membrane granuleuse devenues amœboïdes ou, dans quelques cas, globulifères. Près de chaque accumulation de ces cellules, je n'ai pas vu s'avancer plus de deux ou trois spermatozoïdes.

En examinant les œufs mûrs, complètement isolés de la trompe et maintenus, sous le microscope, à une température convenable, plongés dans le liquide enlevé des capsules ovariennes respectives, je n'ai pas vu plus d'un spermatozoïde doué de mouvements venir en contact avec ces œufs.

Lorsque le spermatozoïde a pénétré dans la couche albumineuse qui entoure l'œuf, il se forme sur un point superficiel de celui-ci un soulèvement papuliforme, soulèvement qui a rarement son siège au pôle opposé à celui par lequel sont émis les globules polaires: souvent même il se produit latéralement par rapport à eux, mais du côté opposé à celui où s'organise le pronucléus femelle.

En règle générale, un seul spermatozoïde prend part à la fécondation. A peine a-t-il pénétré dans le milieu du soulèvement qui s'est produit à la surface de l'œuf, qu'on ne distingue plus autre chose que sa tête fortement colorable.

La tête du spermatozoïde, jusqu'à ce moment homogène, se résout bientôt, dans le rat aussi, en un petit filet formé de granules chromatiques réunis entre eux par des filaments, comme l'a observé Van Beneden (1) dans les œufs de l'*Ascaris megalocephala*.

En même temps que se forme et s'accroît le pronucléus mâle, s'organise le pronucléus femelle avec les résidus du fuseau de maturation.

Dès qu'ils sont formés, les deux pronucléus ont une grandeur et une texture différentes et sont éloignés l'un de l'autre. Ils se rapprochent tout doucement en se dirigeant vers le centre de l'œuf. A ce moment leur paroi devient moins distincte.

Au commencement leur chromatine est disposée en forme de petites sphérules et à la fin elle prend l'aspect filamenteux.

Chez deux femelles seulement on trouva un œuf avec trois pronucléus; et dans l'un de ces cas on pouvait regarder comme certain que deux pronucléus étaient de provenance mâle.

Des éléments des pronucléus dérive le fuseau de segmentation. Celui-ci est très volumineux, comparativement au fuseau de maturation, et

---

(1) ED. VAN BENEDEN et A. NEYT, *Nouvelles recherches sur la fécondation et la division mitotique chez l'Ascaride mégalocephale*. Leipzig, Wilt. Engelmann, 1887.

il a les extrémités tournées vers deux points diamétralement opposés de l'équateur de l'œuf.

Avant la division de l'œuf on distingue assez clairement, aux pôles du fuseau de segmentation, les signes des sphères d'attraction et, spécialement, les globules centraux de celles-ci.

L'œuf fécondé s'avance davantage dans la trompe, et, quand il est sur le point de se diviser, il perd toujours cette accumulation de cellules de la granuleuse ovarique dont il était accompagné et entouré.

Le premier plan de segmentation passe par un des méridiens de l'œuf.

Les deux blastomères qui en dérivent sont parfaitement égaux entre eux comme volume et comme texture. Ils se comportent de la même manière, qu'ils soient traités par les diverses matières capables de colorer la chromatine ou par les réactifs des substances grasses. Dans le lapin, au contraire, on remarque déjà des différences de volume et de composition entre l'un et l'autre (Van Beneden).

L'œuf conserve dans son ensemble la forme sphérique aussi bien quand il est divisé en deux blastomères que quand il est composé de quatre.

Lorsqu'il est composé de quatre blastomères, nous pouvons démontrer clairement que ceux-ci sont tous égaux entre eux et que chacun a la forme d'une petite pyramide à trois faces, avec la base à convexité externe et disposée à la surface de l'œuf. En un mot, la forme des éléments de l'œuf divisé en quatre est différente de celle qui est dessinée et décrite par les autres auteurs.

Dans les coupes qui passent par l'équateur de l'œuf ainsi segmenté on voit seulement trois blastomères.

L'œuf, dans un stade successif, se divise en huit blastomères toujours égaux entre eux. Dans ce cas, cependant, ils ont comme une tendance à se disposer en deux groupes distincts. L'œuf perd la forme sphérique en s'allongeant légèrement et il devient plus grand.

Après cette phase, l'œuf est composé de douze éléments, dont huit plus petits que les autres.

Jusqu'à ce moment on n'a pu constater aucune cavité au centre de l'œuf.

Dans les différents degrés de segmentation étudiés jusqu'ici on peut toujours reconnaître le globule ou les globules polaires. D'après la position de ces derniers, je crois pouvoir établir, avec fondement, la direction des plans de segmentation comme je le démontrerai dans un autre mémoire.



Peu après que la fécondation a eu lieu, on ne rencontre plus aucun spermatozoïde, ni sur l'œuf, ni dans le voisinage de l'œuf; d'autant moins encore en observe-t-on quelqu'un quand l'œuf est segmenté. Il n'en est pas de même dans le lapin (Van Beneden).

L'œuf en maturation, mûr et fécondé contient peu de substances colorables en noir par l'acide osmique, et ces substances, sous forme de granulation, sont recueillies dans la partie centrale et dans ses environs.

Les œufs qui, après leur descente dans la trompe, n'arrivent pas à parfaite maturation, ceux qui, parvenus à maturité, ne sont pas fécondés, et ceux qui sont fécondés s'avancent simultanément vers l'utérus. Les premiers dégénèrent très vite en perdant toute trace de substance chromatique: de même aussi les seconds, mais ceux-ci, cependant, la conservent encore dans les globules polaires respectifs.

Chez deux femelles, on a enlevé, de la dernière portion de la trompe, un œuf composé d'un gros segment et d'une grande quantité de segments plus petits. Le segment plus considérable contenait beaucoup de substance chromatique éparse, tandis que les autres étaient complètement privés de noyau et inégaux.

Les études qui ont servi à tirer les conclusions exposées ci-dessus, entreprises depuis quatorze mois, ont été faites sur plus de cent cinquante femelles tuées à des époques différentes dans les trois premiers jours après l'accouplement, et ont été conduites à terme par des méthodes diverses.

Outre l'examen que l'on doit pratiquer sur les œufs toujours vivants, comme il a été dit plus haut, il est nécessaire de les isoler complètement de la trompe après les avoir fixés avec le sublimé, les colorant ensuite avec le carmin boracique sous le champ du microscope.

Un très grand nombre de préparations ont été faites aussi en sectionnant en séries les trompes fixées, ou bien avec le sublimé, ou bien avec le liquide de Flemming ou avec celui de Kleinenberg.

Les photographies de nombreuses préparations, parfaitement exécutées par mon habile collègue le prof. Roster, et les préparations elles-mêmes, sont à la disposition de tous ceux qui voudront vérifier l'exactitude des faits nouveaux que nous venons de rapporter.

## *Sur le processus physiologique de néoformation cellulaire durant l'inanition aiguë de l'organisme <sup>(1)</sup>.*

---

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE du D.<sup>r</sup> B. MORPURGO.

---

(Laboratoire de pathologie générale à l'Université de Turin).

---

On a peu de données sur la manière dont se comportent les cellules dans l'état d'inanition de l'organisme.

Flemming (2) observa que le processus de scission indirecte est plus actif chez les animaux bien nourris que chez les animaux affamés, mais que dans des larves d'amphibies on trouve des figures caryocinétiques, même après un jeûne prolongé. Il (3) admit cependant que la scission indirecte puisse être arrêtée par des conditions défavorables de nutrition.

Gaglio fit des recherches histologiques sur les muscles (4), puis sur l'estomac et sur le foie (5) de grenouille portées à un haut degré d'inanition.

Au milieu d'aires de tissu du foie dégénéré, il décrit des cellules avec noyaux en voie de prolifération, c'est-à-dire des cellules avec deux ou trois noyaux plus ou moins nettement limités; il ne vit pas cependant de formes caryocinétiques.

La supposition d'une néoformation cellulaire ne me semble pas pour cela suffisamment fondée. Des cellules hépatiques avec deux noyaux et plus ne sont pas rares, sans qu'on puisse y démontrer des faits de scission.

---

(1) *Archivio per le scienze mediche*. Vol. XII, n. 22.

(2) *Zellsubstanz, Kern- und Zelltheilung*. 1882, p. 270.

(3) *Ibid.*, p. 290.

(4) *Archivio per le scienze mediche*. Vol. VII, p. 300.

(5) *Ibid.*, vol. VIII, p. 149.

Bizzozero et Vassale (1) trouvèrent que le nombre des mitoses dans les glandes du fond de l'estomac et dans celles de Galeati d'un animal à jeun diffère peu de celui que l'on rencontre durant la période de la digestion d'un repas abondant.

Récemment, Hofmeister (2) nota, dans les tissus lymphatiques de l'intestin, une diminution progressive des mitoses pendant le jeûne, mais, même après dix-sept jours de faim, il rencontra, dans le chat, quelques figures caryocinétiques.

Ces notions furent le point de départ d'une série de recherches que j'ai exécutées cette année dans le Laboratoire de Pathologie générale de l'Université de Turin, sur le conseil et sous la direction du professeur Bizzozero.

Le but principal de mon travail fut de préciser quel rapport existe entre l'activité productrice et régénératrice des éléments cellulaires des divers organes et la suppression totale de l'alimentation.

Les expériences furent exécutées sur des lapins d'âge différent. Les animaux jeunes furent employés pour la recherche de la scission indirecte dans les organes où elle manque chez l'adulte. Quand cela fut possible, on laissa les animaux périr d'eux-mêmes, ou on les tua pendant l'agonie; ce fut seulement lorsque la diminution du poids du corps faisait prévoir la possibilité de leur mort pendant la nuit qu'ils furent sacrifiés, afin d'avoir les organes frais.

Les organes, rapidement extraits, étaient mis dans l'alcool au tiers, puis dans l'alcool absolu. Lorsqu'ils étaient durcis on les imprégnait de paraffine et on les réduisait en minces sections.

Pour mettre les mitoses en évidence, on fit usage des méthodes de coloration proposées par Bizzozero (3). Je fis cependant des préparations de contrôle avec la coloration par l'hématoxyline et par l'alun carminé. Dans quelques cas on obtint d'excellentes colorations avec la méthode proposée par Martinotti et Resegotti (safranine, alcool chromique, alcool absolu, huile de bergamote).

Pour la recherche des caryocinèses dans les glandes palatines et dans celles de Galeati du gros intestin, je fus obligé de m'en tenir à l'hématoxyline et à l'alun carminé.

(1) *Archivio per le scienze mediche*. Vol. XI, n. XII.

(2) *Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmacologie*. Bd. 22, p. 320.

(3) *Zeitschrift f. wiss. Mikroskopie*. Bd. III, 1896, pp. 24-27.

Dans ces organes (plus constamment dans les glandes palatines) il arrive que le mucus s'imbibe si fortement de la couleur d'aniline qu'il résiste à la décoloration beaucoup plus que les noyaux en caryocinèse. Cela se produit de préférence dans les pièces durcies depuis peu de temps.

Le matériel de recherche se rapporte aux animaux suivants:

I. Lapine adulte	du poids de	1,970 gr.	sacrifiée le	10 <sup>me</sup>	jour de jeûne
II. Lapin adulte	»	2,435	» mort	le 13 <sup>me</sup>	»
III. Lapine jeune	»	1,310	» sacrifiée le	5 <sup>me</sup>	»
IV. » de 48 jours	»	1,540	» » le	7 <sup>me</sup>	»
V. Lapin de 36	»	495	» mort dans la nuit entre le	6 <sup>me</sup>	
				et le 7 <sup>me</sup>	jour de jeûne.
VI. » de 15	»	135	» mort le	5 <sup>me</sup>	jour de jeûne.

### I. — Estomac.

Quelle qu'ait été la longueur du jeûne, l'estomac des lapins ne se trouve jamais vide. Le contenu se condense au point de ressembler à une masse desséchée.

Dans le lapin N° VI (tétant encore) le contenu gastrique était en très petite quantité, liquide, presque transparent, fortement acide.

En général on ne rencontra pas d'altérations anatomiques. L'examen microscopique lui-même n'en révéla pas non plus. Il est toujours à remarquer que les éléments lymphoïdes, tant dans le stroma de la muqueuse que dans la sous-muqueuse, sont en très petite quantité.

Les tubes glandulaires apparaissent quelquefois plus serrés, plus subtils et plus allongés. Ce fait était manifeste dans le lapin à la mamelle, plus que dans les autres. Ceci dépend probablement de la contraction des tuniques musculaires autour d'un contenu réduit.

Dans tous les cas examinés on trouva, dans les éléments des glandes mucogastriques et peptogastriques, des figures caryocinétiques réparties dans le mode décrit pour l'état physiologique par Bizzozero et Vassale. J'en ai vu autant des premiers stades que des stades plus avancés.

Cependant, en général, le nombre des mitoses est notablement diminué en comparaison de celui de l'animal non affamé. Dans le lapin N° VI il était, de beaucoup, plus considérable que dans tous les autres.

En dehors des tubes glandulaires, ce ne fut que par exception que

je trouvai dans la muqueuse quelques cellules en voie de scission caryocinétique. Dans les follicules lymphatiques, du reste très diminués de volume, il ne m'est pas arrivé de trouver de mitoses certaines.

Entre les tubes glandulaires et à la base de ceux-ci, je vis souvent, dans le lapin jeune sacrifié le 5<sup>me</sup> jour, dans le lapin adulte tué le 10<sup>me</sup>, et dans l'adulte mort le 13<sup>me</sup>, de grosses cellules granuleuses (*mastzellen*). Chez le premier elles étaient plus fréquentes (j'en comptai jusqu'à 15 dans un champ — Object. 7 Verick, Oc. 3 Hartnack). — Chez les autres animaux je n'en rencontrai que par exception.

## II. — Intestin.

Dans l'intestin, je ne constatai pas d'altérations macroscopiques en dehors de ce fait que les follicules épars et les follicules agminés étaient moins apparents. L'amas de follicules, dans l'iléon, qui précède immédiatement la valvule iléo-cœcale, et les follicules du processus vermiformes restèrent toujours évidents.

a) *Duodenum*. — Dans la muqueuse on trouva constamment des formes caryocinétiques. On en trouva dans l'épithélium des glandes de Galeati sur toutes les sections provenant de tous les animaux. Dans les préparations des lapins tués, l'un dans la 5<sup>me</sup>, l'autre dans la 10<sup>me</sup> journée de jeûne, il m'arriva d'en voir même 3 et plus dans une seule glande; dans les préparations des animaux morts par l'inanition j'en rencontrai moins fréquemment. Il ne me fut pas possible d'établir, en général, une différence entre les organes des animaux jeunes et les organes des adultes. Les épithéliums en scission étaient le plus souvent situés au fond des glandes, très rarement à la base des villosités. Il ne m'a pas été donné de trouver en caryocinèses des épithéliums de revêtement des villosités, bien que j'aie examiné de très nombreuses sections minces avec l'épithélium entièrement conservé et coloré par diverses méthodes.

Dans le tissu adénoïde, très diminué, je ne vis des mitoses que par exception.

Dans le parenchyme des villosités je trouvai quelques formes caryocinétiques certaines. Cependant il est incontestable qu'elles sont moins fréquentes ici que dans l'animal non affamé chez lequel Hofmeister annonce en avoir compté pour le moins une chaque deux villosités.

Dans les glandes de Brunner les mitoses manquent complètement

chez l'individu adulte. Il ne m'arriva que très rarement d'en trouver (deux doubles étoiles dans une vingtaine de sections longues de  $\frac{1}{2}$  centimètre environ) dans le lapin de 15 jours mort après cinq jours de faim. Elles étaient situées à l'intérieur des noyaux en repos et le plus grand axe de la cellule en scission était tangentiel à la périphérie de la glande.

Dans les tuniques musculaires je ne vis pas de mitoses chez les animaux affamés. J'en rencontrai au contraire une (double étoile) dans une fibre musculaire lisse chez le lapin de 15 jours, affamé pendant 5 jours et alimenté ensuite pendant quatre.

Dans les glandes de Brunner je ne remarquai pas de différence entre ces deux animaux.

b) *Iléon*. — Cette portion de l'intestin grêle est spécialement propre aux recherches relatives aux organes lymphatiques.

Les meilleures préparations à ce sujet furent fournies par la portion de l'iléon qui précède immédiatement la valvule iléo-cœcale.

Pour les glandes de Galeati et pour l'épithélium des villosités, je puis me reporter à ce que j'ai dit à propos du duodénum, en notant seulement que cette partie de l'iléon qui se prête bien pour les recherches des organes lymphatiques est peu propice à l'observation des mitoses épithéliales: de celles-ci j'en vis relativement peu.

Dans le lapin jeune je trouvai quelques mitoses épithéliales à la base des villosités.

Les follicules lymphatiques apparaissent moins gonflés qu'à l'état normal, ils laissent apercevoir au milieu d'eux de larges vides, le nombre des cellules lymphatiques paraît réellement diminué, comme dit Hofmeister, de sorte qu'on y peut mieux discerner les autres éléments.

Les cellules lymphatiques en scission sont assez fréquentes. J'en comptai jusqu'à 15-20 dans un champ. Elles se trouvent groupées en petits foyers et occupent de préférence la périphérie externe du follicule. Les formes de couronne et de double étoile ne sont pas rares. Outre les mitoses on trouve un grand nombre de granules et de corpuscules de forme et de grandeur différentes qui prennent la couleur violette de Ehrlich, la safranine et l'hématoxyline avec avidité, et résistent à la décoloration autant que les mitoses. Souvent ils ont la forme de lunule, de demi-cercle, d'épsilon et de cercle entier, plus ou moins régulier. D'autres fois deux calottes fortement colorées sont disposées aux deux pôles de corpuscules décolorés et brillants.

Dans toutes ces formations on ne rencontre jamais trace de struc-

ture. Elles sont recueillies en petits foyers. Parfois elles semblent libres, d'autres fois englobées, même en grand nombre, dans de grosses cellules avec noyau très faiblement coloré et avec protoplasma quelquefois teint par la bile.

Des formations parfaitement analogues à celles-ci furent soigneusement décrites et dessinées par Flemming (1) dans les centres germinatifs des glandes lymphatiques. Il les appela corps colorables pour ne donner à l'avance aucune interprétation sur leur nature. Je n'ai pas pu me rendre compte si la fréquence de ces corps colorables est en rapport avec le dépérissement des tissus. J'en trouvai aussi dans d'autres organes. Le fait qu'ils sont souvent renfermés dans les cellules décrites plus haut les fait considérer comme étant probablement des corps de rejet, d'autant plus que les phagocytes décrits par Bizzozero (2) dans les follicules du processus vermiciforme des lapins sains présentent une grande analogie avec ces grosses cellules.

c) *Gros intestin*. — La distribution des mitoses dans cette partie de l'intestin est très irrégulière. Quelquefois je soumis à l'examen un nombre considérable de sections avant de rencontrer une seule figure caryocinétique, d'autres fois au contraire j'en comptai une vingtaine dans une coupe de  $\frac{1}{2}$  cent. de longueur environ.

En général on peut dire qu'elles sont plus rares ici que dans l'intestin grêle. La majeure partie occupe la moitié supérieure de la glande et la portion voisine de l'embouchure.

La distribution des mitoses est plus uniforme dans l'organe du lapin mort de faim le vingtième jour de son âge.

Il ne m'a pas été possible d'établir une différence constante relativement au nombre des mitoses dans les différentes parties du gros intestin: je puis seulement affirmer en avoir trouvé tantôt plus, tantôt moins dans les trois côlons tant des animaux jeunes que des animaux adultes.

C'est seulement par exception que je rencontrai en scission indirecte quelques éléments du stroma de la muqueuse.

Dans la tunique musculaire du lapin à la mamelle, mort après 5 jours de jeûne, je vis une fibre lisse en scission indirecte (double étoile).

1) *Archiv f. mikrosk. Anatomie*, 1885, p. 85.

2) *Archivio per le scienze mediche*, 1886, p. 367.

## III. — Glandes muqueuses.

Pour la recherche de ces glandes le palais du lapin se prêta parfaitement bien. La coloration avec l'hématoxyline fit voir que le protoplasma de l'épithélium était clair et que les noyaux se trouvaient tous à la périphérie.

Je ne trouvai de formes caryocinétiques que dans le lapin mort le 20<sup>e</sup> jour de son âge, et là encore, extrêmement rares.

La rareté des mitoses ne surprendra pas si l'on pense que Bizzozero et Vassale n'en trouvèrent jamais dans l'adulte en état physiologique et rarement dans le lapin nouveau-né.

Dans les conduits excréteurs je n'en ai également vu que de très rares.

Dans le lapin de 15 jours, affamé pendant 5 jours et alimenté ensuite pendant 4, je ne suis pas arrivé à trouver de mitoses, bien que j'eusse examiné un grand nombre de sections. S'il y en avait, on peut donc dire qu'elles étaient très rares; ce qui confirme l'indépendance relative de la scission de ces cellules glandulaires de leur activité fonctionnelle.

## IV. — Glandes salivaires.

a) *Glande sous-maxillaire*. — Dans le parenchyme de cet organe je n'ai pas réussi à découvrir de mitoses, pas même dans le lapin plus jeune affamé.

Dans la glande d'un lapin de 20 jours et de la même portée, non soumis au jeûne, je sus, par une communication gracieuse du D.<sup>r</sup> J. Salvioli, qu'il existait des mitoses, bien qu'en très petit nombre.

Dans celle du lapin de 15 jours affamé, puis alimenté pendant 4 jours, je rencontrai aussi quelques mitoses. C'est pourquoi je dois croire que la diminution des mitoses dans cet organe, par suite de l'inanition, ait pu les rendre si rares, que je n'ai pas réussi à en trouver.

b) *Parotïde*. — Dans l'animal adulte et dans l'animal jeune, en dehors du lapin de 15 jours, je ne trouvai pas de formes caryocinétiques. Dans ce dernier même elles étaient extrêmement rares. Je ne les trouvai pas en plus grand nombre dans le lapin nourri après le jeûne.

c) *Pancréas*. — En conditions normales, le processus de scission



indirecte dure, dans cet organe, très longtemps dans la vie extra-utérine.

Dans les animaux affamés, au contraire, les mitoses disparaissent si vite, que je n'en rencontrais que dans le lapin mort âgé de 20 jours, et encore, très rares.

Dans le lapin nourri après le jeûne j'en vis de relativement nombreuses (4 et plus dans un seul champ).

Cet organe nous présente donc une décroissance notable de la néoformation cellulaire par suite de l'inanition.

Tandis que, suivant Bizzozero et Vassale, le degré différent d'activité fonctionnelle influe peu sur le nombre des mitoses, il se produit au contraire une notable différence par suite de l'inanition. Il me semble que cette manière différente de se comporter du pancréas à l'état d'inactivité et du pancréas en proie à l'usure de l'inanition peut être rapproché de ce fait, que les mitoses, bien que tardivement parfois, furent cependant toujours trouvées, dans cette glande profondément différenciée, dans la période d'accroissement de cet organe; que par conséquent les mitoses, qui en condition normale se trouvent dans le pancréas presque adulte, attestent une activité formatrice prolongée (peut-être de luxe), non une régénération cellulaire.

#### V. — Foie.

L'organe des animaux morts d'inanition est toujours notablement rapetissé. Le volume de chaque cellule est diminué. La grandeur moyenne de 100 cellules hépatiques du lapin à la mamelle, mort la 5<sup>me</sup> journée de jeûne, était de 17,8  $\mu$ .

Les contours des cellules hépatiques des animaux morts d'inanition sont moins distincts, leur protoplasma granuleux et, par conséquent, sur les préparations colorées avec le picro-carminate les contours nucléaires moins évidents. Ces faits furent constatés déjà par Haidenhain (1) dans l'animal soumis au jeûne. Avec les méthodes qui rendent évidentes les mitoses, le protoplasma reste très clair et l'on peut voir que les contours des noyaux sont continus et nettement marqués.

Dans quelques préparations j'ai vu larges, les espaces des capillaires

(1) HERMANN'S, *Handbuch der Physiologie*, 1883 (*Die Absonderung und die Aufzuehung*, p. 221).

sanguins entre les cellules hépatiques atrophiées, comme dans le foie cardiaque. Une fois, dans une semblable section existaient de petites hémorragies. — Je ne trouvai pas d'amas anormaux de leucocytes dans le tissu interstitiel qui pussent faire supposer le commencement d'une véritable cirrhose.

Je donnai une attention spéciale aux figures caryocinétiques. Tandis que Bizzozero et Vassale trouvèrent des mitoses, très rares (deux dans une vingtaine de sections), même dans le foie adulte en état physiologique, je ne parvins à en trouver dans l'animal affamé que dans un âge très jeune.

Dans le lapin de 36 jours, mort entre la septième et le huitième jour de jeûne, je n'en vis que de très rares; elles furent relativement plus fréquentes (2-4 sur des sections triangulaires de 4 millim. de base et 7 de hauteur) dans le lapin à la mamelle, mort dans la cinquième journée de jeûne.

Dans l'épithélium des conduits biliaires intra-hépatiques j'en vis très peu et seulement chez les animaux jeunes.

Dans un lapin de 20 jours, étant encore, non soumis au jeûne, le nombre des mitoses, sur des sections de grandeur à peu près égale à celle des préparations du lapin de même âge, mort d'inanition, se montra constamment supérieur (12 et plus par coupe).

Dans le foie en accroissement également le processus de caryocinèse n'est pas aboli par l'inanition; il devient cependant moins actif. Dans le lapin de 20 jours alimenté pendant 4 jours après 5 jours de faim, les caryocinèses étaient plus nombreuses que dans celui qui n'avait pas jeûné (20-50 sur des sections de 8 mill. de hauteur et 5 de base). Chaque cellule hépatique avait des contours plus nets et un protoplasma plus clair. Leur grandeur moyenne (100 cellules mesurées) était de 27,5  $\mu$ .

De cette expérience il résulte que la diminution de poids du foie de lapin jeune, subéquente à l'inanition, est compensée, lorsqu'on donne de nouveau la nourriture, par un accroissement de volume de chaque cellule et par le nombre des cellules elles-mêmes.

Avant de tirer des conclusions générales sur ce point, je me réserve d'achever les expériences commencées sur des animaux adultes.

Tant dans le foie de l'animal à la mamelle mort d'inanition, que dans celui de l'animal alimenté après le jeûne, je trouvai quelques cellules géantes avec noyau central en gemmation. Elles étaient peut-être un peu plus fréquentes dans le second animal.

La fonction hématopoétique du foie qui, chez le lapin, se prolonge, selon Foà et Salvioi, dans la troisième décade de la vie extra-utérine, ne cesse ni n'est excitée d'une manière anormale par l'inanition.

## VI. — Rein.

Les recherches relatives à cet organe donnèrent des résultats qui correspondent en tout à ceux obtenus pour le foie.

Je ne vis de formes de scission indirecte que dans le lapin à la mamelle, et ici encore beaucoup moins nombreuses que dans le rein normal (2-4 sur chaque section triangulaire de 7 mill. de hauteur et 4 de base). Les noyaux en caryocinèse appartiennent tant à la substance corticale qu'à la substance médullaire.

Dans le lapin plus jeune affamé et puis nourri je trouvai une augmentation très notable des mitoses (50 mitoses sur des sections de superficie  $4 \times 8$  mm.). Les formes glomérulées étaient nombreuses et très belles.

L'augmentation numérique des épithéliums rénaux contribue donc à reconstituer la masse de l'organe déperlé par l'inanition.

## VII. — Rate.

La rate, à la suite du jeûne, prend l'aspect d'une rate atrophée et pauvre de sang.

A l'examen microscopique les trabécules ressortent beaucoup plus que d'ordinaire. La pulpe est réduite à limiter de larges espaces vasculaires. Les corpuscules de Malpighi sont rapetissés. Tout cela révèle la diminution relative des éléments lymphatiques dans les follicules et dans la pulpe.

Les traces de la néoformation cellulaire, évidentes même dans l'organe adulte, en conditions normales, ici sont rares; toutefois je réussis toujours à découvrir quelques noyaux en scission indirecte, tant dans les animaux jeunes que dans les adultes.

Les mitoses se rencontrent plutôt dans les corpuscules de Malpighi, mais non exclusivement cependant.

Leur nombre n'est pas beaucoup plus grand chez les animaux jeunes que chez les adultes.

Plus d'une fois je rencontrai aussi dans cet organe les corpuscules colorables décrits à propos des follicules lymphatiques de l'iléon.

Dans la rate du lapin à la mamelle mort d'inanition, je vis quelques cellules géantes avec noyau central en germination (1-2 par section transversale de l'organe).

Dans la rate jeune aussi il semble que l'activité hématopoétique persiste malgré l'inanition.

### VIII. — Glandes lymphatiques.

Je soumis à l'examen les glandes mésentériques et celles du cou.

Tant dans les unes que dans les autres, on remarque une diminution de volume et de consistance. L'examen microscopique de sections même traitées avec la plus grande délicatesse (fixées sur le petit verre couvre-objets avant de les débarrasser de la paraffine) montrent une grande rareté de cellules lymphatiques dans les voies superficielles et dans les voies profondes.

Les cordons de la substance médullaire sont très amincis, appauvris d'éléments lymphatiques. Par ce dernier caractère spécialement, les préparations présentent une grande similitude avec celles, dont on a chassé les cellules au moyen du pinceau.

La reproduction cellulaire par caryocinèse se maintient active malgré le jeûne tant dans la substance corticale que dans la substance médullaire. La place occupée par les caryocinèses ne me parut pas différente de celle que décrit Fleming pour les glandes lymphatiques normales. Leur nombre est certainement diminué; et il me sembla aussi que la substance chromatophile était devenue plus rare.

Çà et là, réunis en petits foyers, je vis de nombreux corps colorables. Ils étaient renfermés le plus souvent en de grosses cellules comme le décrit Fleming. Dans une préparation par dilacération, j'en vis quelques-uns parfaitement libres. Je ne puis toutefois exclure qu'ils ne le fussent devenus par la rupture d'une de ces cellules délicates qui les renferment d'ordinaire.

### IX. — Organes génitaux.

a) *Utérus*. — A la suite de l'inanition, les caryocinèses de cet organe ne disparaissent pas et je ne saurais dire si elles deviennent beaucoup moins nombreuses.

Dans chaque section transversale complète d'un corps utérin de lapine adulte non pleine, je vis toujours quelques formes caryocinés-

tiques dans l'épithélium des glandes. Deux fois j'en rencontrai dans les environs du cul-de-sac.

Dans les préparations de l'organe de deux animaux jeunes je ne trouvai des mitoses qu'en nombre extrêmement restreint.

Il me semble qu'on ne doit pas chercher l'explication de ce fait dans les effets physiologiques du jeûne, et qu'il est en rapport avec les diverses périodes d'accroissement de l'organe et avec l'époque dans laquelle la fonction néoformatrice des cellules de productrice devient régénératrice.

Dans la musculature de l'utérus, je rencontrai une fois (lapine de 48 jours, sacrifiée après 7 jours de jeûne) d'assez nombreuses mitoses. Elles étaient évidentes dans la couche de fibres ayant un cours de préférence circulaire.

b) *Ovaire*. — Les mitoses se trouvent en assez bon nombre tant dans l'organe en accroissement que dans l'organe adulte. J'en vis le plus souvent dans les follicules de Graaf mieux développés. Là aussi, je trouvai ces corpuscules colorables que vit Nissen (1) dans les cellules de la granuleuse de l'ovaire de lapin.

c) *Testicule*. — Par rapport à cet organe, je pourrais me reporter en grande partie à la description que donna Sertoli du processus carcinotique dans le testicule normal.

Les mitoses sont rares dans le testicule jeune (de 50 et de 20 jours), très abondantes dans le testicule adulte. Les recherches sur le testicule du lapin adulte mort le 13<sup>e</sup> jour de jeûne furent particulièrement intéressantes. Ici les mitoses étaient très abondantes tant dans les cellules germinales que dans les cellules séminales. Dans quelques traits du canalicule toutes les cellules séminales avaient noyau filamenteux en forme de glomérule tantôt lâche et tantôt serré. Relativement plus rares sont les traits dans lesquels les noyaux sont au stade de plaques équatoriales, de double étoile et de double glomérule.

La description que donna Sertoli de ses préparations convient parfaitement aux miennes, de sorte que je dois déduire que l'inanition ne produit point d'altérations saillantes dans le processus de régénération cellulaire de cet organe.

De tout ce que j'ai dit, il résulte que, dans les organes génitaux

1. *Arch. f. mikrosk. Anatomie*. Bd. 28, pp. 337-42

du lapin, tant mâle que femelle, soumis à l'inanition, l'activité de néoformation cellulaire persiste avec pleine vigueur. Ce fait concorde avec celui qui a été enregistré par Miescher (1) à propos du brochet du Rhin tenu sans aliment pendant 6-9  $\frac{1}{2}$  mois.

Il trouva que chez ces poissons, tandis que les robustes musculatures du dos sont très amincies, les organes génitaux ont conservé un développement relativement énorme. Parmi les organes très différenciés, les glandes génitales seraient, d'après mes recherches, les seuls dans lesquels, malgré l'inanition, continue un actif processus de néoformation des cellules spécifiques.

#### X. — Glande lacrymale et Hardérienne.

La recherche des mitoses dans ces organes ne me donna aucun résultat, même pour le lapin à la mamelle affamé.

Bizzozero et Vassale, tandis qu'ils en trouvèrent en grande abondance dans les fœtus à terme de cobaye et de chien et dans les nouveaux-nés de cobaye, n'en rencontrèrent jamais dans l'adulte. Je ne puis indiquer avec certitude à quelle époque de la vie extra-utérine cesse la scission indirecte dans ces glandes. Toutefois un argument parlerait en faveur d'une forte diminution des mitoses à la suite du jeûne, au moins pour la glande lacrymale. Dans le lapin à la mamelle affamé pendant 5 jours et auquel on donna ensuite l'alimentation pendant 4 jours (tué donc le 24<sup>me</sup> jour de sa vie) je trouvai quelques formes caryocinétiques. Reste cependant le doute que ces mitoses représentent la restitution des éléments dépéris pendant le jeûne, non la continuation de l'accroissement normal interrompu par le jeûne.

#### Glandes sébacées.

Dans le lapin mort de faim le 13<sup>me</sup> jour j'ai trouvé, dans les glandes sébacées du conduit auditif externe, quelques formes non douteuses de caryocinèses. Elles résidaient généralement à la périphérie de l'acinus. Pour les animaux jeunes la recherche elle-même me fut très difficile. Leurs glandes sont très petites. Du conduit excréteur se dé-

(1) Schaefer. *Literatursammlung zur internationaler Fischerausstellung*. Berlin, 1880.

tachent à peine quelques acini mal développés. Bien que j'eusse observé un grand nombre de sections, il ne m'arriva que par exception de trouver des mitoses. Ce fait, probablement, n'a pas de rapport avec le jeûne.

Ce qui est essentiel pour les conclusions générales, c'est la présence constante de mitoses dans la glande adulte d'animaux morts de faim.

### Épithélium de revêtement.

De ces épithéliums furent pris en observation ceux du palais, de la langue et de la peau. Aussi bien chez l'animal jeune, que chez l'adulte soumis à l'inanition, les mitoses sont très nombreuses. On en rencontre de tous les stades, et celles des premiers sont fréquentes. Elles résident, comme de règle, dans les couches plus profondes et ne permettent pas de relever d'altérations évidentes dans la substance chromatophile.

---

Après qu'il fut constaté, par mes observations, que l'on trouve des figures caryocinétiques dans les organes en accroissement et dans les organes adultes d'animaux péris par inanition, il restait à démontrer que ces mitoses s'étaient formées véritablement durant la période de l'inanition. A priori une réponse affirmative à cette question était probable, parce que :

1° Le processus de scission indirecte se développe et s'accomplit dans une période de temps relativement brève, et que dans les précédentes expériences la période du jeûne avait été longue ;

2° On trouva souvent les premiers stades des figures caryocinétiques (très nombreux et évidents dans le testicule et dans les épithéliums de revêtement).

Toutefois, pour confirmer ces inductions par un argument de fait, j'ai tenté de démontrer que dans un organe où normalement le processus de scission indirecte est éteint, on peut le réveiller, en faisant des lésions, même pendant l'état d'inanition de l'organisme. Le foie du lapin se prêta à ce but.

Dans un animal de 18 mois, du poids de gr. 2375, le 4<sup>me</sup> jour de jeûne, on enleva par excision, du bord hépatique, un coin d'environ un centimètre de base et d'un peu plus de hauteur. Après avoir simplement fermé la blessure abdominale et l'avoir pansée avec de la cel-

loïdine à l'iodoforme, on laissa l'animal à jeun pendant cinq autres jours, et le sixième (quand le poids du corps était de 1,950 gr.) il fut sacrifié.

Je cherchai avec soin des traces de scission indirecte en proximité de la blessure. Bien que rares, je pus en constater tant dans les cellules hépatiques que dans celles plus étroites et allongées (probablement connectives) qui se trouvaient entre la zone nécrotique du tissu hépatique et le connectif jeune de la cicatrice, et dans les cellules franchement connectives.

En moyenne, je puis dire avoir vu une mitose sur chaque deux sections. Je trouvai quelques noyaux filamenteux très beaux dans des cellules hépatiques voisines de la blessure.

Dans les préparations de Canalis (1) relatives aux blessures du foie en conditions normales, les figures caryocinétiques étaient sûrement plus nombreuses et se trouvaient aussi dans des régions plus éloignées de la blessure que dans les miennes.

Ce fait démontre que, réellement, la scission indirecte peut se produire même lorsque l'organisme est en proie à l'inanition aiguë, mais qu'elle devient beaucoup moins active.

### CONCLUSIONS.

I. Le processus de néoformation cellulaire par scission indirecte persiste même pendant l'inanition aiguë de l'organisme.

II. On trouve des figures caryocinétiques, aussi bien dans les organes en accroissement que dans les organes adultes d'animaux morts de faim; par conséquent aussi bien là où elles attestent un processus formatif que là où elles représentent la régénération cellulaire.

III. Le processus caryocinétique, malgré l'inanition, a lieu tant pour des causes physiologiques que par suite de blessures.

IV. Dans quelque condition que se produise la scission indirecte, qu'elle représente soit un processus productif, soit un processus régénératif, à la suite de l'inanition de l'organisme elle devient moins active.

V. La diminution numérique des mitoses est relativement moindre dans les cellules glandulaires peu différenciées et dans les épithéliums

---

(1) *Journal international mensuel d'Anatomie et d'Hystologie*, 1886, p. 204.



de revêtement que dans les glandes très différenciées, dans lesquelles le processus de caryocinèse se prolonge plutôt longuement dans la vie extra-utérine (glandes peptogastriques, pancréas, foie, rein). Pour ces dernières on peut dire que le processus de caryocinèse, sans s'éteindre complètement, se limite à la période de leur accroissement plus actif.

VI. Parmi les organes différenciés, seuls les organes génitaux montrent, durant l'inanition de l'organisme, un processus de caryocinèse très actif (peut-être seulement lorsqu'il représente une régénération cellulaire). Ceci démontre que ces organes sont fortement individualisés, même chez les animaux qui occupent de hauts degrés dans l'échelle zoologique, au point de pouvoir exiger de la part des autres organes le sacrifice d'un riche matériel nutritif.

VII. La restitution du poids que les animaux jeunes perdent durant l'inanition s'opère, quand recommence l'alimentation, en partie aussi, par augmentation numérique des éléments cellulaires spécifiques (foie et rein); et cette augmentation a lieu par la voie de la scission indirecte.

---

## *Sur la transformation des sels d'ammonium en urée dans l'organisme*

par le Prof. **AXENFELD** (1).

---

(Laboratoire de Physiologie de l'Université de Camerino).

---

L'état actuel de la question sur l'origine de l'urée dans l'organisme est celui-ci : Tous les écrivains sont d'accord pour admettre les protéides comme première source ; quant aux produits intermédiaires, on n'a pas mis en doute la supposition que les corps amidés dérivant des protéides appartiennent à cette catégorie, et cela d'après l'expérience

(1) *Annali di chimica*, ecc. Vol. VIII de la série IV, 1888.

de Schultzen et de Nencki avec la glicocolle et celle de Knieriem avec l'acide aspariginique, qui se transforment en urée dans l'organisme.

Par rapport au corps qui précède immédiatement l'urée, il existe diverses opinions. Récemment Basaroff d'un côté et Drechsel de l'autre ont démontré que le carbamate d'ammonium à une température élevée et sous l'influence du courant interrompu devient urée; c'est pourquoi Drechsel considère l'acide carbamique comme étant le produit intermédiaire en question. Enfin, en se basant sur l'expérience de Knieriem sur la transformation des sels d'ammonium en urée dans l'organisme, on a émis la théorie que le carbonate d'ammonium est le produit immédiat.

Qu'on se rappelle cependant que, jusqu'à présent, on n'a pas pu, artificiellement, obtenir l'urée du carbonate d'ammonium. Notons toutefois que l'acide cyanique, l'acide carbamique et le carbonate d'ammonium se rencontrent comme produits de dédoublement et d'oxydation des protéïdes. Le signe caractéristique, le *signum temporis* des nouvelles théories, c'est que les tissus sont chimiquement actifs en vertu de leurs ferments capables de dédoubler les protéïdes et d'en combiner synthétiquement les produits.

Nous avons mentionné le fait qu'un corps donné se soit transformé en urée dans l'organisme; cependant un examen attentif démontre que, si facile qu'il soit de constater cette transformation dans le verre du chimiste, il est tout aussi difficile de donner ce fait comme certain lorsqu'il s'agit de l'organisme vivant, et cela parce que l'on ne connaît pas exactement toutes les sources de l'urée ni ses lois d'élimination. Pour pouvoir affirmer avec certitude qu'un corps donné s'est transformé en urée dans l'organisme, il faut que l'animal soumis à l'expérience ait été maintenu dans l'équilibre nitrogéné, et qu'il ait conservé, en outre, son poids constant. J'eus l'occasion de constater combien il est difficile d'arriver à cela lorsque j'essayai de cette voie expérimentale pour déterminer la transformation du tartrate d'ammonium en urée dans le corps du lapin: malgré la constance dans l'homogénéité et dans la quantité de la nourriture, on avait de continues oscillations du poids de l'animal de 100 gr. et plus d'un jour à l'autre.

En déterminant, avec les moyens à ma disposition, par la méthode Schneider Seegen, l'azote dans une petite fraction des matières éliminées, j'avais dans deux portions des mêmes matières, des nombres

ne concordant pas parfaitement entre eux, de manière à inspirer peu de confiance dans le résultat final, et c'est pour cela que dans mes expériences, que j'exposerai plus loin, je dus me contenter de maintenir l'animal à peu près au même poids, en lui donnant chaque jour la même ration d'une nourriture constante.

Mon étude avait pour but de répéter l'expérience de Knieriem et de constater l'effet d'un sel d'ammonium (tartrate d'ammonium) dans la production et l'élimination, non-seulement de l'urée, mais encore de l'acide urique; je dis production et *élimination*, parce que dans la grande majorité des cas l'augmentation d'urée, obtenue sous l'influence du sel d'ammonium, était supérieure à celle que pourrait fournir ce sel, et comme les sels d'ammonium agissent comme diurétiques, il est permis de parler également d'élimination d'urée.

Touchant l'effet des dits sels sur l'acide urique, on a fait, sur les oiseaux, des expériences avec résultats positifs; dans l'homme et dans les mammifères il semble que l'urée seule ait été prise en considération; le lapin, du reste, se prêterait mal à cette expérience, parce que la détermination de l'acide urique par la méthode de Salkowski et Ludwig demande une quantité d'urine que l'on n'obtient pas chaque jour du lapin. A moi, il me fut possible de faire cette étude sur le lapin, parce que j'employai, pour la détermination de l'acide urique, la méthode volumétrique de Haykraft, méthode basée sur le même principe que les deux indiquées ci-dessus, mais qui demande une quantité d'urine bien moindre. J'ai modifié cette méthode de manière à abrégier, de beaucoup, la durée des opérations. Ainsi je trouve utile de verser le précipité obtenu avec le nitrate d'argent dans un récipient cylindrique en y ajoutant de l'eau jusqu'à 200 c. c. environ; le précipité après une dizaine de minutes va au fond du cylindre et alors tout le reste du processus, la filtration, le lavage, la décomposition de l'urate d'argent dans l'acide nitrique dilué et la détermination de l'argent moyennant un sulfocyanure d'ammonium titré, s'accomplit en une demi-heure; et ceci est un énorme avantage en comparaison des méthodes de Salkowski et de Ludwig. Cette dernière, qui est la plus rapide, ne demande pas moins de 9-13 heures, en calculant 3-4 heures pour obtenir le précipité cristallin de l'acide urique et 9 heures pour arriver à la dessiccation des cristaux jusqu'au poids constant.

Avant d'appliquer la méthode que j'indique je voulus me convaincre de son efficacité par des expériences appropriées. Les résultats obtenus

furent satisfaisants quand il s'agissait d'urine des mammifères pure ou diluée avec de l'eau en différentes proportions; on obtenait les mêmes bons résultats en employant de l'acide urique cristallin contenu dans une solution *ténue* de l'un ou l'autre des corps suivants: potasse, soude, carbonate et bicarbonate de soude, eau de chaux, phosphate acide de soude. Je notai en ce cas que l'acide urique se dissout beaucoup plus facilement dans une solution diluée des dissolvants susdits que dans une solution concentrée; ainsi, par exemple, 20 milligr. d'acide urique pour se dissoudre dans le phosphate acide de soude concentré demandent 40-50 c. c. de ce dissolvant; au contraire, en chauffant l'acide urique dans quelques c. c. d'eau distillée, il suffit d'ajouter quelques gouttes de phosphate de soude pour obtenir une parfaite solution. La forte concentration du dissolvant avait pour effet une réduction plus ou moins manifeste de l'argent, et le sulfocyanure d'ammonium indiquait, dans le liquide filtré, une quantité double et même quadruple de l'acide urique employé, spécialement si la solution était faite à la température d'ébullition.

Mes expériences avec le tartrate d'ammonium ont été faites sur un homme en traitement à notre Clinique chirurgicale pour carie du pied; l'individu était donc contraint à un parfait repos. Tout d'abord l'urée et l'acide urique furent déterminés deux fois en 24 heures, une fois dans l'urine recueillie pendant la journée et une fois dans celle recueillie durant la nuit, et cela pour me convaincre s'il y avait parallélisme entre l'urée et l'acide urique éliminés, partant du concept qu'ils ont la même source dans l'organisme. L'urée déterminée avec la méthode de Liébig se trouvait, dans les urines de cet individu, en très petite quantité, c'est-à-dire en quantité inférieure à la normale. Une autre expérience avec le même sel fut faite sur un lapin de 2.500 gr.; l'animal fut nourri d'abord avec des choux, et quand ceux-ci vinrent à manquer à cause de la saison, avec des brocolis. Voici les résultats des expériences:

Date	Quantité d'urine	Urée	Acide urique	Observations
7 <sup>e</sup> , Matin Soir	510 c.c. 400 »	{ 900 gr. 10.2 » 8.88 } 19.08 gr.	{ gr. 0.180 » 0.176 }	{ 0.356 gr.
8 <sup>e</sup> , Matin Soir	190 » 600 »	{ 790 » 5.281 » 13.68 } 18.961 »	{ » 0.076 » 0.292 }	{ 0.368 »
9 <sup>e</sup> , Matin Soir	325 » 250 »	{ 575 » 6.45 » 6.48 } 12.93 »	{ » 0.13 » 0.108 }	{ 0.238 »
10 <sup>e</sup> , Matin Soir	250 » 300 »	{ 550 » 6.45 » 8.28 } 14.73 »	{ » 0.16 » 0.200 }	{ 0.360 »
11 <sup>e</sup> , Matin Soir	330 » 350 »	{ 940 » 10.296 » 13.2 } 23.496 »	{ » 0.1716 » 0.1672 }	{ 0.3388 »
12 <sup>e</sup> , Matin Soir	530 » 500 »	{ 1030 » 12.72 » 10.56 } 23.28 »	{ » 0.212 » 0.180 }	{ 0.392 »
13 <sup>e</sup> , Soir	800 »	» 24.384	» 0.437	Dans la soirée fut donné à l'individu gr. 1 1/2 de tartrate d'ammonium.
14 <sup>e</sup> , Soir	560 »	» 14.112	» 0.224	Augmentation d'urée de 8.766 gr. = 4.09 N. tandis que le tartrate in- géré = 0.165 N.
15 <sup>e</sup> , Soir	1000 »	» 33.46	» 0.7008	De ces expérien- ces on pourrait con- clure que l'aug- mentation d'urée accompagne celui de l'acide urique.
16 <sup>e</sup> , Soir	860 »	» 13.016	» 0.2064	Le soir furent pris 2 gr. de tartrate d'ammonium.
17 <sup>e</sup> , Soir	1200 »	» 20.16	» 0.264	Diarrhée.
18 <sup>e</sup> , Soir	1400 »	» 39.97	» 0.417	Le soir furent donnés 2 gr. de tar- trate d'ammonium — 0.222 gr. N.
19 <sup>e</sup> , Soir	900 »	» 13.44	» 0.224	Augmentation d'urée 19.80 gr. cor- respondant à 9.24 gr. de N. — 40 fois plus que le N. in- géré. Dans l'acide urique 0.051 gr. N.
20 <sup>e</sup> , Soir	900 »	» 13.44	» 0.224	Le soir furent donnés 4 g. de tar- trate — 0.444 gr. N.

Date	Quantité d'urine	Urée	Acide urique	Observations
3/3	1000 c.c.	gr. 21.1	gr. 0.440	Augmentation d'urée de gr. 7.66 = 3.57 N. = 9 fois plus que le N. ingéré. Dans l'acide urique 0.077 gr. N.
4/3	1010 "	» 22.036	» 0.485	
5/3	900 "	» 16.37	» 0.306	Le soir furent donnés 6 gr. de tartrate = 0.666 gr. N.
6/3	1250 "	» 28.19	» 0.600	Augmentation d'urée de gr. 12.82 = 5.89 gr. de N. = 9 fois plus que le N. ingéré et presque 0.1 gr. de N. dans l'acide urique.
7/3	1000 "	» 26.91	» 0.400	

## LAPIN

2/2	156 "	» 1.6	» 0.0185	
3/2	132 "	» 0.86	» 0.0132	
10/2	35 "		» 0.004	
11, 15, 16/2	210 "	» 1.08	» 0.038	
17/2	150 "	» 1.22	» 0.012	
18/2	170 "	» 1.35	» 0.017	A 10 heures du matin donné 1/2 gr. de tartrate d'ammonium gr. 0.055 N.
19/2	170 "	» 2.16	» 0.0075	Augmentation d'urée de 0.81 gr. = 0.373 gr. de N. presque 7 fois plus que le N. ingéré.
20/2	38 "	» 0.6	» 0.007	

Date	Quantité d'urine	Urée	Acide urique	Observations
n <sub>1</sub>	475 c.c.	gr. 0.28	gr. 0.011	A 10 heures du matin donné 1 gr. de tart <sup>re</sup> = 0.111 N.
n <sub>2</sub>	110 »	» 1.7	» 0.0172	Augmentation d'urée de 1.42 gr. = 662 N. presque 6 fois plus que le N. ingéré.
n <sub>3</sub>	290 »	» 2.8	» 0.0077	Du 23 l'animal est nourri avec des brocolis 700 gr. On a donné 1 gr. de tartrate.
n <sub>4</sub>	260 »	» 1.716	» 0.014	Diminution de 1.084 d'urée.
n <sub>5</sub>	305 »	» 2.56	» 0.037	
n <sub>6</sub>	310 »	» 3.35	» 0.037	
n <sub>7</sub>	320 »	» 3.30	» 0.0065	Donné tartrate d'ammonium 1 1/2 gr. = 0.165 N.
n <sub>8</sub>	270 »	» 2.50	» 0.0345	Diminution d'urée 0.71 gr.
n <sub>9</sub>	355 »	» 2.98	» 0.0497	Tartrate donné 1 1/2 gr. = 0.165 N.
n <sub>10</sub>	346 »	» 2.516	» 0.0692	Diminution d'urée 0.464 gr.
n <sub>11</sub>	250 »	» 1.91	» 0.06	
n <sub>12</sub>	287 »	» 1.461	» 0.0345	Donné gr. 1 1/2 de tartrate = 0.165 gr. N.
n <sub>13</sub>	255 »	» 2.575	» 0.0354	Augmentation d'urée 1.114 gr. = 510 N. presque 3 fois plus que le N. ingéré.
n <sub>14</sub>	370 »	» 4.574	» 0.029	
n <sub>15</sub>	140 »	» 0.916	» 0.015	

Date	Quantité d'urine	Urée	Acide urique	Observations
9/3	295 c.c.	gr. 2.04	gr. 0.0118	Tartrate d'ammonium 1 1/2 gr. = 0.166 gr. de N.
10/3	370 »	» 3.256	» 0.0222	Augmentation d'urée de 1.216 gr. = 0.567 gr. de N. presque 3 ou 4 fois plus que le N. ingéré.
11/3	372 »	» 3.7	» 0.029	
12/3	265 »	» 2.56	» 0.019	
13/3	156 »	» 0.98	» 0.0037	Tartrate 1 1/2 gr. = 0.165 gr. N.
14/3	330 »	» 2.42	» 0.021	Augmentation d'urée de 1.44 gr. = 0.67 gr. N. et 0.0056 gr. de N. dans l'acide urique.
15/3	270 »	» 1.44	» 0.016	
16/3	360 »	» 2.88	» 0.0089	Tartrate 2 gr. = 0.222 N. gr.
17/3	20 »	—	—	Quantité d'urine insuf. pour l'analyse.
18/3	300 »	» 3.00	» 0.0085	Augmentation d'urée.
19/3	330 »	» 1.98	» 0.026	L'ac. urique augm. le jour suivant
20/3	268 »	» 2.56	0	Traces incertaines d'acide urique. — Donné tartrate gr. 1 1/2 = 0.115 N.
21/3	360 »	» 3.00	» 0.013	Augmentation de 0.44 gr. d'urée = 0.20 gr. de N. presque 3 fois plus que le N. ingéré — 0.0077 N. dans l'acide urique.
22/3	325 »	» 1.91	» 0.0078	
23/3	310 »	» 1.65	» 0.0099	Tartrate d'ammonium 1 1/2 gr. = 0.165 gr. N.
24/3	360 »	» 3.84	» 0.009	Augmentation d'urée de 2.19 gr. = 1.02 gr. N. presque 6 fois plus que N. ingéré.
25/3	390 »	» 2.96	» 0.0125	L'acide urique augmente les jours suivants.
26/3	368 »	» 3.24	» 0.015	Tartrate d'ammonium 1 1/2 gr. = 0.165 gr. N.
27/3	345 »	» 3.94	» 0.030	Augmentation d'urée 0.70 gr. = 0.3 de N. presque 4 fois plus que le N. ingéré. — Dans l'acide urique 0.005 de N.
28/3	250 »	» 2.50	» 0.025	
29/3				Pas une goutte d'urine.
30/3	416 »	» 1.17	» 0.0097	Tartr. d'amm. 1 1/2 gr. = 0.165 gr. N.
31/3	360 »	» 3.02	» 0.0193	Augmentation d'urée de 1.83 gr. = 0.85 gr. N. presque 5 fois plus que le N. ingéré. — Dans l'acide urique 0.003 de N.



Il résulte de ces expériences que, chez l'homme, le tartrate d'ammonium produit, non-seulement une augmentation notable de l'urée dans les urines, mais encore une augmentation appréciable d'acide urique. Quant au lapin, nous constatons la même augmentation pour l'urée, mais il n'en est pas de même pour l'acide urique qui, apparemment, ne subit pas l'influence du sel d'ammonium, ou qui, en quelques cas, n'en ressent l'effet que le second jour après l'ingestion, tandis que la transformation du carbonate d'ammonium en acide urique dans l'organisme du poulet est donnée par Schroeder comme un fait certain.

La grande quantité de travaux scientifiques entrepris par d'habiles chimistes dans le but de confirmer et d'élucider l'observation mentionnée par Knierem au sujet de la transformation des sels d'ammonium en urée dans l'organisme vivant, atteste le vif intérêt qu'elle a excité.

Dans mon expérience avec le tartrate d'ammonium j'eus à constater une augmentation d'urée dans l'homme et dans le lapin et une augmentation d'acide urique dans l'homme. Cependant mon attention fut attirée d'une manière spéciale sur ce fait que, dans tous les cas, on avait une augmentation d'urée qui ne correspondait pas, même de loin, à la quantité de sel d'ammonium introduit. La quantité d'azote éliminé sous l'influence du sel fut de 5-9 et jusqu'à 40 fois plus grande que celle de l'azote introduit avec le sel ammoniacal. Ce fait que l'on pouvait expliquer avec les qualités diurétiques du tartrate d'ammonium, ébranla ma confiance dans la théorie basée sur des réactions chimiques faites hors de l'organisme, puisque les expériences faites sur l'organisme vivant fournissent un appui peu solide à la théorie de la transformation des sels d'ammonium en urée par l'effet d'une synthèse chimique des tissus. En passant en revue ces expériences, on est tout d'abord frappé de la grande inconstance des résultats obtenus avec le chlorure d'ammonium et l'on est facilement tenté de mettre en doute la validité des arguments adoptés par Schroeder et par Salkowski. Schroeder base la théorie de la transformation sur le fait que, en faisant circuler, à travers un foie enlevé du corps, un courant de sang contenant un sel d'ammonium, on obtient un sang plus chargé d'urée qu'il ne l'était auparavant; or, un kilogr. de foie contient environ 60 centigr. d'urée, et même davantage selon Meissner, et pour expliquer l'augmentation de 8 centigr. d'urée dans le sang qui a traversé le foie il n'est pas absolument nécessaire de recourir

à une transformation de sel en urée, mais on peut admettre que le lavage du foie avec du sang contenant un sel, en emporte plus d'urée que ne le fait un sang pur. L'argument de Salkowski n'offre pas non plus un solide appui à la théorie: si le soufre n'est pas augmenté dans les urines après l'ingestion des sels d'ammonium, cela prouve vraiment que ces sels ne produisent pas une désintégration des protéides, mais l'urée éliminée pouvait provenir de celle qui était accumulée précédemment dans l'organisme.

Dans le but d'obtenir quelque autre fait moins sujet à des objections, j'essayai d'une autre méthode expérimentale, c'est-à-dire que je tentai de déterminer l'action des tissus survivants sur les sels d'ammonium, en excluant la circulation. Dans une série d'expériences (10 exp.) le foie de veau, enlevé aussitôt après la mort de l'animal, fut coupé en petits morceaux et traité à la température ordinaire (20-22° C.) et dans l'étuve à la température de 40° par du carbonate d'ammonium, en commençant par 2 gr. jusqu'à  $\frac{1}{2}$  gr. dans 100 gr. de foie; une autre portion égale de foie servait comme expérience de contrôle. La quantité d'urée recherchée selon les prescriptions de Salkowski fut trouvée constamment égale dans les deux portions. La quantité absolue d'urée diminuait avec la durée de la macération du foie dans l'eau, ce qui prouve que l'urée préexistante se décomposait sous l'influence du tissu; la durée variait entre 6 et 16 heures et la quantité d'urée variait entre 6 et 2 cent. en 100 gr. de foie frais. Dans une autre série d'expériences on ajouta à une portion de foie, de l'urée cristallisée et le mélange fut abandonné à lui-même, comme ci dessus, pendant 15 heures; ici encore une égale portion de foie servait comme expérience de contrôle. Toute l'urée ajoutée ne fut pas retrouvée; au lieu de 40 centigr. ajoutés on en retrouva 23 et au lieu de 20 centigr. de sels, 9 centigr.; de sorte que presque la moitié était décomposée.

Je conclus de ces expériences que le foie n'est pas capable de transformer le carbonate et le tartrate d'ammonium en urée; et que les faits fournis par les expériences sur les animaux avec les sels d'ammonium sont trop peu nombreux et trop contradictoires entre eux pour servir de solide appui à la théorie de la transformation de ces sels en urée, et cela par l'effet d'une synthèse chimique des tissus vivants.

*En quelle manière le nerf vague  
modifie le rythme de la respiration  
quand augmente et quand diminue la pression  
dans la cavité des poumons.*

EXPERIENCES du Prof. A. STEFANI et du Dr C. SIGHICELLI (1).

(Laboratoire de Physiologie de l'Université de Ferrare).

Parmi toutes les questions qui rentrent dans le domaine de la physiologie, il n'y en a peut-être pas une au sujet de laquelle se soient professées des opinions si diverses que pour celle qui se rapporte à l'action du vague pulmonaire sur les mouvements de la respiration. Nous voulons espérer que le présent travail n'augmentera pas la déplorable confusion qui règne à ce propos.

On doit considérer comme démontré:

1° Que la section des vagues est suivie d'un notable ralentissement des mouvements respiratoires, lesquels, en même temps, deviennent plus profonds (Lagallois, Marshall-Hall, Traube).

2° Que l'excitation du moignon central du vague pulmonaire est parfois suivie de mouvements d'inspiration (Marshall-Hall), et, pour plus de précision, qu'elle accélère les mouvements respiratoires si elle est faible, et qu'elle arrête la respiration en acte inspiratoire si elle est forte (Traube, Rosenthal).

3° Que l'excitation du même moignon du vague pulmonaire produit en d'autres cas des mouvements d'expiration et arrête aussi la respiration en acte expiratoire (Eckhard, Budge) (2).

Se basant sur les faits indiqués aux n. 1 et 2, Traube regarda le vague pulmonaire comme un nerf chargé de produire par voie réflexe

---

(1) *Lo Sperimentale*. Juillet 1888.

(2) M. MARKWALD, *Die Athembewegungen und deren Innervation beim Kanarienvogel* (*Zeitschrift f. Biologie*, Bd. XXIII, 1886).

exclusivement, des mouvements d'inspiration (*nerf inspireur*); s'appuyant sur les faits indiqués au n. 3, Budge le considéra au contraire comme un nerf destiné à produire par voie réflexe le mouvement de l'expiration (*nerf expirateur*); enfin Pflüger et Burkart, s'appuyant sur tous les faits sus-indiqués, le considérèrent comme composé de fibres qui produisent, par voie réflexe, l'expiration.

A côté de ces doctrines, que nous aimons à appeler expérimentales, parce qu'elles sont une directe émanation du fait expérimental, on en compte d'autres qui devraient au contraire s'appeler spéculatives, parce que, si elles sont fondées sur l'expérience, elles reconnaissent cependant que leur origine principale est dans les doctrines professées par rapport au mode de fonctionner du centre ou des centres respiratoires.

Rosenthal attribue au vague pulmonaire la charge de diminuer une hypothétique résistance qui, normalement, s'opposerait à la transmission centrifuge de l'excitation continue du centre respiratoire, et de rendre, de cette manière, la respiration plus fréquente (*nerf de la fréquence*) (1).

Markwald confie au vague pulmonaire le soin de décharger l'excitation continue du centre respiratoire, de manière à transformer le tétanos ou crampe inspiratoire, qui serait produit par cette excitation, en mouvements respiratoires rythmiques (*nerf déchargeur*) (2).

Enfin Gad regarde le vague comme un nerf apte à provoquer, par voie réflexe, l'arrêt de l'action du centre respiratoire, diminuant ainsi la fréquence de la respiration et prolongeant la pause expiratoire (*nerf d'arrêt*) (3).

Un notable progrès a été fait, à notre avis, par la physiologie de l'innervation respiratoire du vague pulmonaire, lorsque, à l'excitation artificielle du moignon central de ce nerf, Breuer et Hering tentèrent de substituer l'excitation naturelle de ses terminaisons périphériques dans les poumons (4).

(1) ROSENTHAL, *Bemerkungen über die Thätigkeiten der automatischen Nervencentra*. Erlangen, 1875.

(2) MARKWALD, Ouvrage cité plus haut.

(3) GAD, *Die Regulierung der normalen Athmung* (Arch. f. Anat. u. Physiol., 1880, p. 1).

(4) BREUER et HERING, *Die Selbststeuerung der Athmung durch den Nervus vagus* (Wiener Akademie der Wissenschaften — Math.-naturwiss. Klasse. — 1893, Bd. 58, 2. Abth., p. 909).

Ces physiologistes pensèrent que les terminaisons périphériques du vague pulmonaire pouvaient être excitées par la distension du tissu pulmonaire, telle qu'elle se vérifie dans l'inspiration, et par le retour du poumon dans sa position de repos durant l'acte expiratoire; et ils soumirent ce concept à la preuve de l'expérience de la manière suivante.

Après avoir pratiqué la trachéotomie et introduit une canule dans le moignon périphérique de la trachée de l'animal (chien, chat, lapin) préalablement endormi avec l'opium, on provoquait l'apparition de l'apnée au moyen de respirations artificielles fréquentes et profondes.

Cela fait, on distendait les poumons en y poussant de l'air à travers la canule trachéale, et on les maintenait ensuite ainsi distendus en fermant la communication de la canule avec l'air atmosphérique et en les mettant en même temps en communication avec un manomètre métallique de Fick.

Tandis que dans les conditions ordinaires à l'apnée succède un mouvement d'inspiration, dans les conditions sus-indiquées les auteurs mentionnés observèrent au contraire que succédait une lente expiration marquée par un lent mouvement d'ascension du levier du manomètre.

Puis quand les poumons étaient distendus sans être précédés d'apnée, ils observèrent qu'il s'opérait un bref arrêt des mouvements respiratoires auxquels faisait suite un acte d'expiration.

Si au contraire il y avait aspiration de l'air par les poumons, tandis que l'animal, toujours narcotisé avec l'opium, respirait naturellement, la manière à produire un affaissement du tissu pulmonaire, Breuer et Hering observaient qu'il se produisait un acte de prompt et profonde inspiration. Tous ces phénomènes manquaient si les vagues avaient été coupées auparavant.

Tels sont les faits fondamentaux sur l'appui desquels, et d'accord aussi avec la manière de voir de Pflüger et de Burkhardt, Breuer et Hering admirent que, dans le vague pulmonaire, il y a deux espèces de fibres, les unes inspiratoires et les autres expiratoires, et que la distension inspiratoire du poumon excite les fibres expiratoires en provoquant l'acte d'expiration, tandis que l'affaissement expiratoire du tissu pulmonaire excite au contraire les fibres inspiratoires en provoquant un acte d'inspiration. C'est sur ces prémisses que se fonde la doctrine de la *selbststeuerung*, ou *auto-gouvernement de la respiration*, selon laquelle les mouvements mêmes de la respiration devraient en régler le rythme.

Les observations de Breuer et de Hering furent complètement confirmées par Lockenberg (1) et seulement en partie par Guttman (2).

Ce dernier observa que l'affaissement du poumon, produit par l'aspiration de l'air pulmonaire ou d'une autre manière, était suivi de l'acte d'inspiration, mais il ne parvint pas à observer le mouvement expiratoire qui selon Breuer et Hering se vérifie à la fin de l'apnée quand les poumons sont tenus distendus. Et ainsi, à la pause qui succède à une simple insufflation, il ne vit jamais succéder un mouvement expiratoire, mais bien un acte d'inspiration. Des résultats conformes à ceux de Guttman furent obtenus par Gad.

Dans les expériences rapportées ci-dessus, tandis que les poumons étaient tenus distendus, il se produisait aussi dans leur cavité une augmentation de la pression pulmonaire, et respectivement, quand on les rendait plus petits, il se produisait en eux une diminution de pression. C'est pourquoi les résultats expérimentaux pourraient être attribués, dans un cas, aussi bien à l'augmentation de la pression qu'à la distension du poumon, et dans l'autre, aussi bien à l'affaissement du poumon qu'à la diminution de la pression endo-pulmonaire.

Breuer et Hering ont cru pouvoir exclure l'action de la pression de l'air contenu dans le poumon, par la raison que les mêmes effets qu'ils obtenaient en distendant ou en rapetissant les poumons au moyen de l'insufflation ou de l'aspiration à travers la trachée, ils les obtenaient aussi en distendant ou en rapetissant les poumons au moyen d'une augmentation ou d'une diminution de la pression dans la cavité de la plèvre. Mais, à notre avis, cette preuve est défectueuse, par la raison que, lorsqu'on ouvre la cavité de la plèvre et qu'on fait augmenter ou diminuer en elle la pression, surviennent d'autres facteurs dont on ne connaît pas le mode d'action sur les mouvements de la respiration. C'est pour ce motif que nous avons cru opportun de faire les recherches qui suivent, dans le but de déterminer quelle est l'action que l'augmentation ou la diminution de la pression dans la cavité des poumons exercent, par voie réflexe au moyen du vague pulmonaire, sur les mouvements respiratoires.

Ces recherches furent faites sur des lapins, et c'est seulement par

(1) LOCKENBERG, *Verhandl. der Würzburger phys. med. Gesellschaft*. N. F. t. III et IV, 1873, p. 199.

(2) GUTTMANN, *Zur Lehre der Athembewegungen* (*Arch. f. Anat. u. Physiol.*, 1875, p. 500).

suite de circonstances indépendantes de notre volonté qu'il ne nous fut pas possible de les étendre, comme nous l'aurions désiré, à d'autres animaux. Après avoir ouvert la trachée, on introduisait dans sa partie pulmonaire la branche médiane d'une canule en T munie d'un robinet au moyen duquel cette branche pouvait être mise à volonté en communication ou avec la branche droite ou avec la branche gauche de la canule. Une de ces branches communiquait librement avec l'air atmosphérique, et l'autre, au contraire, était mise en communication avec un vase de verre, de la capacité de 3 litres environ, contenant de l'air comprimé ou raréfié. Tandis que la trachée communiquait avec l'air atmosphérique et que l'animal respirait d'une manière parfaitement tranquille, on tournait le robinet et la cavité pulmonaire se trouvait mise, de cette manière, et d'un instant à l'autre, en communication avec l'air comprimé ou raréfié. Les mouvements de la respiration étaient enregistrés graphiquement tandis que l'animal respirait l'air de l'atmosphère et tandis qu'il respirait l'air comprimé ou raréfié de la bouteille. L'enregistrement était fait au moyen d'un tambour, analogue au cardiographe de Brondgeest, dont la cavité était comprimée dans l'acte de l'inspiration, provoquant l'élévation du levier d'un tympan enregistreur qui marquait sa propre hauteur sur le cylindre.

Quelquefois nous avons fait usage d'un stéthographe dont la tige en se soulevant comprimait la cavité d'un tambour et de cette manière faisait soulever le levier d'un tympan enregistreur. Dans ce cas encore la ligne ascendante correspondait à l'inspiration.

Dans les premières recherches nous nous sommes persuadés de la nécessité d'enregistrer simultanément les mouvements de la respiration thoracique et ceux de la respiration abdominale ainsi que l'ensemble des mouvements respiratoires. Ces derniers furent enregistrés par nous seulement lorsque l'animal respirait dans la bouteille de l'air comprimé ou raréfié, et l'enregistrement se faisait au moyen d'un manomètre à eau, en communication, par une extrémité, avec la bouteille, et, de l'autre, avec un tympan enregistreur dont le levier s'abaissait en même temps que le niveau du manomètre; c'est pourquoi l'inspiration était marquée par une ligne descendante. Au moment où la cavité des poumons entraînait en communication avec l'air comprimé de la bouteille, le niveau du manomètre qui indiquait la pression de cet air devait s'abaisser parce que l'air endopulmonaire se trouve à une pression presque égale à celle de l'atmosphère, et, respectivement, il

devait s'élever lorsque les poumons entraient en communication avec le récipient où l'air était raréfié; et c'est pour cela que le moment où l'animal passait de la respiration de l'air atmosphérique à la respiration de l'air comprimé ou raréfié se trouvait indiqué avec précision sur le cylindre. Quelquefois la pression de l'air contenu dans la bouteille était indiquée par un tambour, analogue au cardiographe de Brondgeest, dont la cavité se trouvait en communication avec la bouteille. Ce tambour était muni d'un levier qui s'élevait quand la pression diminuait dans sa cavité. Le mouvement d'ascension de ce levier correspondait par conséquent au mouvement de l'inspiration.

Nous n'avons jamais administré aux lapins ni opium, ni chloral, ni autres anesthésiques, et cela dans le but d'éviter que les effets de la condition expérimentale fussent en quelque manière masqués. Certainement, étant donné cet état de choses, il est nécessaire de procéder, dans l'expérience, avec les plus grandes précautions, attendant que l'animal soit parfaitement tranquille et tournant le robinet sans produire aucune impression sensitive. Et ici il sera utile aussi de rappeler que, dans ces expériences, on doit éviter avec un soin particulier tout bruit, parce qu'il n'y a peut-être pas d'impression de sens qui exerce, chez les lapins, une action si prompte et si notable sur le rythme de la respiration, que les impressions acoustiques.

Ce fait avait déjà été noté par Breuer et par Hering, et nous avons eu occasion de le confirmer pleinement.

On peut juger avec fondement de l'état de tranquillité de l'animal par la manière dont se développe le tracé.

Chez les lapins soumis à l'expérience, nous n'avons jamais provoqué l'apnée, et cela aussi dans le but d'exclure un facteur dont on ne connaît pas bien le mode d'action et dont les effets pourraient masquer profondément ceux que l'on doit attribuer à l'augmentation ou à la diminution de la pression dans la cavité pulmonaire.

Enfin nous avons cherché à déterminer les effets de pressions qui régulièrement croissaient et de pressions qui régulièrement aussi diminuaient.

Après avoir obtenu les tracés de la respiration tandis que l'animal respirait l'air libre et l'air comprimé ou raréfié à vagues intacts, on coupait ces nerfs au dessous de l'origine des laryngés et on obtenait de nouveaux tracés à vagues coupés.



### Effets de l'augmentation de la pression endopulmonaire.

Nous décrivons avant tout la marche d'une expérience que nous pouvons regarder comme typique et, successivement, nous ferons remarquer les différences qui se sont vérifiées en d'autres cas.

4 mai 1887. — Lapin jeune préparé de la manière décrite plus haut: le pneumographe est placé en correspondance de l'épigastre.

En fermant la communication de la trachée avec l'air et en mettant en même temps la cavité pulmonaire en communication avec la cavité de la bouteille contenant de l'air à la pression de + 6 cent. d'eau, on note seulement un léger ralentissement de la respiration dû au prolongement de la pause expiratoire. Le prolongement est notable spécialement après la première inspiration. L'augmentation de la pression ne trouble pas l'allure de la respiration en cours.

Quand la pression dans la bouteille est de 8 cent. on obtient un ralentissement un peu plus grand. Dans ce cas encore la 1<sup>re</sup> pause expiratoire est plus longue que les suivantes.

A une pression de 11 cent. on observe une pause expiratoire encore plus longue qui interrompt l'inspiration en cours (fig. 1).



Fig. 1. — AB tracé de la respiration obtenue avec le pneumographe.

CD, oscillations respiratoires de la pression dans la bouteille.

Pression initiale dans la bouteille + 11 cent. H<sup>2</sup>O.

En a le lapin passe de la respiration de l'air atmosphérique à la respiration de l'air comprimé.

Sous une pression de 14 cent. le thorax se dilate légèrement et ensuite se vérifie aussitôt un acte expiratoire par lequel le thorax est porté dans la position qu'il avait à la fin des précédentes inspirations. A l'expiration dont on vient de parler succède une longue pause et à celle-ci fait suite une inspiration profonde qui est suivie d'une expiration d'égale profondeur.

Après cet acte respiratoire profond on observe de nouveau une longue pause et ensuite reprennent les mouvements respiratoires habituels, avec un rythme qui se distingue du normal que parce qu'il est un peu plus lent (fig. 2).

A une pression de 18 cent. se vérifient les mêmes phénomènes que dans le cas précédent, mais ils sont plus prononcés.



Fig. 2. — *AB*, *CD* et *a*, comme plus haut.  
Pression dans la bouteille + 14 cent. H<sup>2</sup>O.

A la pression de 20 cent. le thorax se distend notablement ; à cette distension succède un acte de profonde et rapide expiration suivie d'une pause expiratoire qui, sans limites bien distinctes, passe en un acte de profonde et lente inspiration ; après celle-ci on observe une expiration rapide et ensuite réapparaît le rythme respiratoire habituel. Les mouvements de la respiration se succèdent toutefois avec une fréquence beaucoup moindre (fig. 3).



Fig. 3. — *AB*, *CD* et *a*, comme plus haut.  
Pression dans la bouteille + 20 cent. H<sup>2</sup>O.

Quand la pression est de 25 cent. on observe les mêmes phénomènes que dans le cas précédent, seulement la pause et l'inspiration lente ont une durée plus longue.

Quand la pression est de 30 cent. la pause expiratoire consécutive à l'expiration qui suit la distension du thorax est encore plus longue. A celle-ci succède une inspiration d'abord lente mais ensuite rapide et très profonde (fig. 4).

Quand la pression est de 40 cent. les résultats se distinguent des précédents seulement parce que l'inspiration lente fait défaut. A la pause succède une inspiration rapide qui est suivie d'une expiration rapide aussi et profonde; après celle-ci, on observe de nouveau une pause.

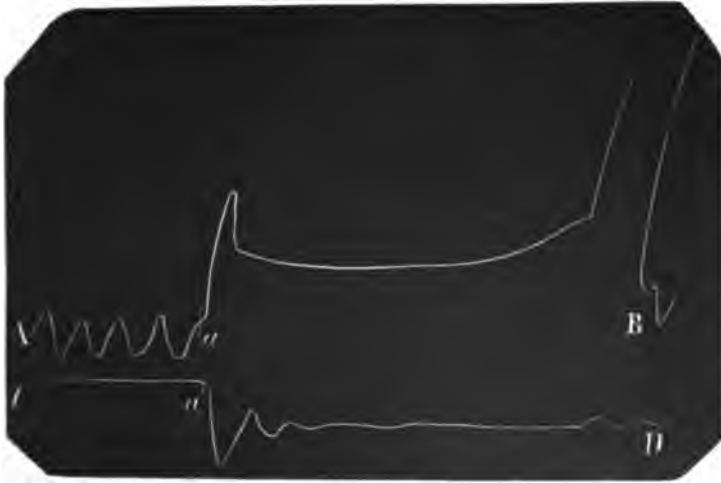


Fig. 4. — AB, CD et a, comme plus haut.  
Pression dans la bouteille + 30 H<sup>2</sup>O cent.

Telle a été la marche de l'expérience fidèlement représentée par les tracés qui accompagnent la description.

Outre les tracés de la respiration thoracique, nous avons cru utile de reproduire aussi ceux de la respiration dans son ensemble, obtenus simultanément, en enregistrant les oscillations de la pression de l'air de la bouteille au moyen d'un manomètre à eau relié à un tympan à levier. Nous rappelons, à ce propos, que la pression du manomètre, et, par suite, le levier du tambour, s'abaissent aussitôt que la bouteille entre en communication avec l'air du poumon, que les autres abaissements du niveau du manomètre et du levier se produisent dans l'inspiration et que, à un abaissement ou à une élévation rapide du niveau de l'eau, succèdent une ou deux oscillations qui dépendent de l'élasticité de l'air de la bouteille et auxquelles ne correspond dès lors aucun acte d'inspiration ou d'expiration.

Après la section des vagues, l'augmentation de la pression endopulmonaire n'a provoqué aucun des susdits phénomènes.

Selon ces résultats:

1° Un premier degré de pression, insuffisant pour distendre les poumons, produit, par voie réflexe au moyen du vague pulmonaire, un simple prolongement de la pause expiratoire ou un arrêt de la

respiration qui, d'après la forme des tracés, doit être regardé comme effet de la cessation de toute action respiratoire. A cet arrêt succède un acte d'inspiration. Ces phénomènes sont d'autant plus manifestes que la pression est plus forte, et ils doivent être regardés comme effet exclusif de celle-ci, parce qu'ils se vérifient pendant que cette pression n'est pas en état de distendre les poumons.

2° Un degré plus élevé de pression, capable de distendre les poumons, produit également par voie réflexe au moyen du vague pulmonaire :

a) Un acte d'expiration qui, dans de certaines limites, est d'autant plus profond que la distension des poumons est plus grande.

b) Une pause expiratoire, qui, elle aussi, dans de certaines limites, est d'autant plus longue que la pression endopulmonaire est plus grande. Cette pause faisant suite à un acte d'expiration active doit être regardée comme un tétanos expiratoire.

c) Une inspiration d'autant plus profonde que la pause qui l'a précédée a été plus longue.

Parmi les nombreuses autres expériences qui confirment les conclusions rapportées ci-dessus nous reproduisons encore la suivante :

19 juin 1887. — En enregistrant, pendant que le lapin respirait dans la bouteille de l'air comprimé, les actes complexes de la respiration au moyen d'un tambour, analogue au cardiographe de Brondgeest, qui en se gonflant quand augmentait la pression de la bouteille, produisait l'abaissement d'un levier de premier genre (expiration), et, vice versa, en s'abaissant quand la pression dans la bouteille diminuait, produisait l'élévation du levier (inspiration), nous avons obtenu le tracé figure 5 quand la pression dans la bouteille était de 5 cent. de  $\text{H}^2\text{SO}^4$  pur; le tracé figure 6 quand la pression était de 10 cent. aussi de  $\text{H}^2\text{SO}^4$ ; et le tracé figure 7



Fig. 5. — En  $\alpha$  le lapin commence à respirer l'air comprimé  $\alpha + 5$  cent.  $\text{H}^2\text{SO}^4$ .



Fig. 6. — En  $\alpha$  le lapin commence à respirer l'air comprimé  $\alpha + 10$  cent.  $\text{H}^2\text{SO}^4$ .

quand la pression était de 12 cent. toujours de  $H^2SO^4$  pur. C'est-à-dire que, quand la pression était faible, nous avons obtenu un simple arrêt de la respiration suivi d'un acte inspiratoire; et quand la pression était plus forte, nous avons observé d'abord expiration puis arrêt et puis inspiration. Il nous semble qu'on doit regarder



Fig. 7. — En *a* le lapin commence à respirer l'air comprimé *a* + 10 cent.  $H^2SO^4$ .

l'arrêt ou pause non précédée d'expiration comme effet de la suspension de toute action respiratoire, et la pause précédée d'expiration comme un tétanos ou tonus expiratoire.

Nous ne pouvons affirmer si les effets de la pression qui distend les poumons doivent être tous attribués exclusivement au degré plus élevé de la pression ou s'ils dépendent aussi en partie de la distension des poumons. Dans ce dernier cas, attendu qu'une pression plus basse, insuffisante pour distendre les poumons, produit exclusivement pause puis inspiration, on devrait attribuer à la distension du poumon le mouvement d'expiration qui la suit immédiatement.

Le 3 mai 1887, d'un jeune lapin nous avons d'abord obtenu le tracé représenté par la fig. 8 qui correspondrait parfaitement au type regardé par nous comme



Fig. 8. — *AB*, *CD* et *a*, comme plus haut.  
La pression dans la bouteille est de + 20 cent.  $H^2O$ .

normal, si, à la ligne descendante qui représente l'acte d'expiration consécutive à la distension des poumons, ne succédait immédiatement une ligne ascendante. Cependant, d'après sa physionomie nous inclinons à regarder cette ligne, non comme l'expression d'une inspiration active, mais comme le produit d'une distension passive des poumons effectuée par la pression pulmonaire au moment où les forces expiratoires avaient cessé d'agir. En acceptant cette interprétation, la ligne susdite n'exprimerait pas un acte d'inspiration, mais une pause, une cessation de toute action respiratoire comme la ligne horizontale qui lui succède. De cette manière, les analogies de ce tracé avec les précédents deviendraient plus grandes. Immédiatement après le tracé susdit, avec la même pression, nous avons obtenu le tracé représenté par la fig. 9, laquelle démontre que, à la distension du poumon produite

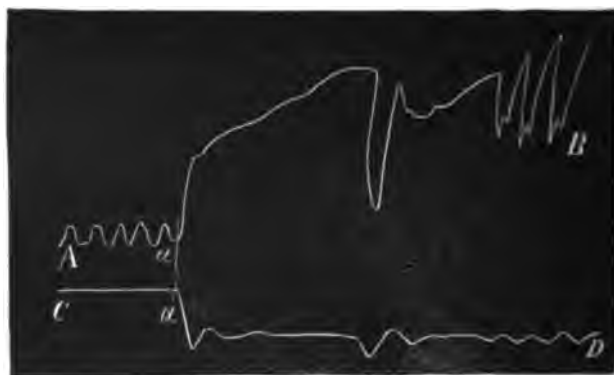


Fig. 9. — AB, CD et a, comme plus haut.  
La pression dans la bouteille est de + 20 cent. H<sup>2</sup>O.

par l'air comprimé, a succédé un acte de lente et profonde inspiration, puis un d'expiration rapide et profonde, puis un acte inspiratoire, puis un d'expiration, puis pause et puis enfin une lente inspiration. Il est à remarquer que si, dans ce



Fig. 10. — AB, CD et a, comme plus haut.  
La pression est de + 25 cent. H<sup>2</sup>O.

tracé, nous faisons abstraction de la partie comprise entre *m* et *n*, la portion qui reste correspond parfaitement au tracé précédent.

D'autres fois, au contraire, à la distension du poumon succède immédiatement une pause ou arrêt de toute action respiratoire qui, sans limites bien distinctes, passe en un acte de lente inspiration; et après celle-ci se produit l'acte expiratoire avec lequel recommence le rythme respiratoire, qui ne se distingue du normal que par une moindre fréquence. Dans ces cas, le phénomène qui devait se vérifier tout d'abord se produit, au contraire, en dernier lieu. Cette forme de réaction représentée par le tracé fig. 10 est très fréquente. Enfin nous avons pu observer aussi que, quelquefois, à la distension du poumon succède une expiration lente laquelle, vers la fin, devient rapide et puis est immédiatement suivie d'une rapide inspiration (fig. 11). Durant cette longue expiration peuvent se vérifier



Fig. 11. — *AB*, *CD* et *a*, comme plus haut.

La pression est de + 30 cent. H<sup>2</sup>O.

des actes respiratoires rudimentaux, et alors la ligne qui la représente est ondulée, et non droite, comme dans le tracé 11. Nous observâmes aussi, immédiatement après la distension du poumon, une lente et longue inspiration suivie d'un acte expiratoire (fig. 12).



Fig. 12. — *AB*, *CD* et *a*, comme plus haut.

La pression dans la bouteille est de + 25 cent. H<sup>2</sup>O.

Si l'on regarde attentivement, on remarque aussi par ces traces que l'augmentation de la pression endopulmonaire avec distension des poumons produit : expiration, pause et inspiration, comme dans les cas regardés par nous comme typiques. La différence entre les uns et les autres se rapporte au mode de succession de ces phénomènes, de telle sorte que celui qui parfois est le premier devient, d'autres fois, le dernier, et à la manière dont ils se combinent entre eux, de façon que, au lieu de pause et expiration, on a parfois une lente expiration, et au lieu de pause et inspiration on a une lente inspiration.

Peut-être les trois phénomènes indiqués ci-dessus dépendent-ils de l'excitation de trois espèces de fibres centripètes distinctes : d'expiration, d'arrêt et d'inspiration. Et en admettant cela, la succession normale de ces phénomènes pourrait être attribuée à un degré d'excitabilité relativement plus grand de la part des fibres ou du centre expiratoire, médiocre de la part des fibres ou du centre d'arrêt, minime de la part des fibres ou du centre inspiratoire. Et les successions diverses devraient ensuite être attribuées à des changements relatifs dans le degré de cette excitabilité.

D'après nos observations il résulte pour nous, que Breuer et Hering, à raison des conditions particulières d'expérimentation, n'ont pu vérifier qu'une partie des effets de l'insufflation des poumons, et qu'une autre partie seulement des mêmes effets, pour les mêmes raisons, fut ensuite vérifiée par Guttman et par Gad. Il n'existe donc aucune contradiction entre les résultats de ces auteurs ; les uns ne font que compléter les autres. Mais ces résultats sont ensuite interprétés diversement : c'est-à-dire dans ce sens que, en partie au moins, ils doivent être attribués à l'augmentation de la pression endopulmonaire et non à la distension des poumons.

Il est à remarquer que notre interprétation est parfaitement d'accord avec les récentes observations de Langendorff et de Seelig (1).

Ces auteurs démontrèrent, conformément à ce qu'avaient déjà en partie observé Breuer et Hering, que lorsqu'on ferme les voies de la respiration, les mouvements respiratoires deviennent moins fréquents par prolongement de la pause expiratoire, et que la diminution de la

---

(1) LANGENDORFF et SEELIG, *Ueber die Folge vom Athmungshindernissen entstehenden Störung der Athmung* (Arch. f. d. ges. Phys., t. XXIX, p. 223). — Voir aussi SEELIG, *Ueber Athmungsdruck des Kaninchen* (Arch. f. d. ges. Phys., t. XXXIX, p. 237).



fréquence (et par conséquent le prolongement de la pause expiratoire) est très grande si la fermeture arrive à la fin de l'inspiration, c'est-à-dire lorsqu'elle doit donner lieu au *maximum* d'augmentation de la pression endopulmonaire, et minime ou nulle si elle se produit à la fin de l'expiration, c'est-à-dire quand elle ne peut donner lieu à une augmentation de cette pression.

Et ainsi les auteurs cités démontrèrent aussi qu'un obstacle à la respiration, lequel doit nécessairement produire une augmentation de la pression endopulmonaire, détermine un ralentissement de la respiration par prolongement de la pause expiratoire, tandis qu'un obstacle à l'inspiration, lequel ne peut produire d'augmentation et doit au contraire produire une diminution de la pression endopulmonaire, n'exerce aucune action sur la fréquence de la respiration.

Langendorff et Seelig cherchent à expliquer les faits observés avec la doctrine de Breuer et d'Hering; mais avec cette doctrine on n'arrive pas, à notre avis, à expliquer convenablement l'apparition de la pause expiratoire par la fermeture des voies respiratoires dans l'acte de l'inspiration, ou par les obstacles à la sortie de l'air des poumons, tandis que cette pause, selon notre manière de voir, serait l'effet caractéristique de l'augmentation de la pression endopulmonaire.

Les observations de Riegel (1) relatives à la respiration des emphysematiques sont aussi parfaitement conformes à nos vues au sujet de l'action de l'augmentation de la pression endopulmonaire sur le rythme respiratoire. De ces mêmes observations il résulte que, dans ces individus, il se produit une longue pause expiratoire; et nous avons que, à la fin de l'expiration, doit avoir lieu, dans la cavité des poumons de ces malades, une notable augmentation de pression, dépendant de la difficulté que rencontre l'air pour sortir.

Après tout ce que nous avons dit il est superflu de faire remarquer que, pour nous, le fait que cette pause soit représentée par une lente expiration, ou par une lente inspiration, ou par une pause absolue, a peu d'importance.

Les effets de l'augmentation de la pression dans la cavité du poumon s'observent sans doute dans la respiration thoracique plutôt que dans la respiration abdominale, toutefois nous ne cachons pas que sur ce point nos recherches ne sont pas assez nombreuses pour faire considérer comme superflue toute recherche ultérieure.

(1) RIEGEL, *Ueber Stethographie und stethographische Curven* (Deutsches Arch. klinische Medizin, t. X).

### Effets de la diminution de la pression endopulmonaire.

Nous rapportons avant tout l'expérience qui suit:

19 mai 1887. — Les effets de la raréfaction de l'air contenu dans le poumon du lapin commencent à se rendre manifestes dans les tracés lorsque la cavité du poumon est mise en communication avec un vase de la capacité de 3 litres environ, contenant de l'air à la pression de  $-8$  ctm. d'eau.

Ces effets consistent en une immédiate et durable dilatation du thorax, en vertu de laquelle celui-ci se trouve, à la fin de l'expiration, dans un état de dilatation plus considérable que celui où il était auparavant à la fin de l'inspiration. Cette dilatation inspiratoire n'est précédée d'aucun abaissement du thorax, ou tout au plus d'un abaissement de très courte durée qui ne dépasse pas la limite de l'expiration ordinaire.

A une pression de  $-14$  ctm. on observe les mêmes phénomènes de la part de la respiration thoracique, mais en même temps on voit par le tracé fig. 13, que,

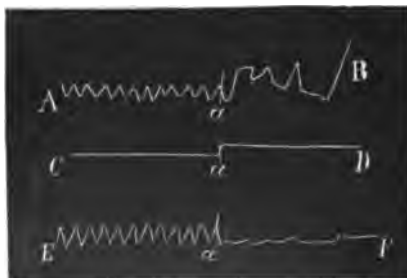


Fig. 13. — AB. Tracé de la respiration thoracique.

CD. Ligne sur laquelle est indiqué le moment  $\alpha$  où l'animal passe de la respiration de l'air atmosphérique à la respiration de l'air raréfié à  $-14$  cent. H<sup>2</sup>O.

EF. Tracé de la respiration abdominale.

sous la raréfaction, l'abdomen s'abaisse jusqu'à atteindre la position qu'il a dans l'expiration ordinaire, et que, au moyen du diaphragme, il se produit ensuite des inspirations très faibles, de manière que, à la fin de l'inspiration, l'abdomen se trouve dans un état de distension de peu supérieur à celui où il se trouve à la fin de l'expiration.

A une pression de  $-6$  ctm. d'eau se vérifie aussi une exagération de l'inspiration thoracique, mais ce phénomène est si peu accentué dans le tracé que son existence pourrait être contestée s'il ne se vérifiait d'une manière bien plus évidente lorsque la raréfaction est plus grande.

A une pression de  $-20$  ctm. d'eau ces phénomènes sont encore plus évidents (fig. 14). Et ils deviennent encore plus manifestes si l'air de la bouteille se trouve sous une pression progressivement moindre. Comme preuve nous rapportons le

tracé fig. 15 obtenu à une pression de — 40 cm. Ces tracés furent obtenus du même lapin.

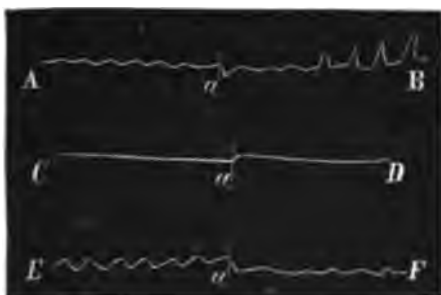


Fig. 14. — Pression dans la bouteille — 20 cent. H<sup>2</sup>O.



Fig. 15. — Pression dans la bouteille — 40 cent. H<sup>2</sup>O.

Après la section des vagues, à la suite de la raréfaction de la pression pulmonaire, des phénomènes décrits ci-dessus il ne se produit plus qu'un affaiblissement de la respiration abdominale.

En s'appuyant sur ces tracés, il me semble que l'on peut affirmer avec sécurité que la diminution de la pression pulmonaire produit immédiatement un acte d'inspiration profonde et prolongée. Cet acte d'inspiration ne peut certainement pas être attribué à l'affaissement du tissu pulmonaire, selon la théorie de Breuer et de Hering, parce que, d'après les tracés, il ne se vérifia d'abaissement ni du thorax, ni de l'abdomen à la suite de la raréfaction de l'air pulmonaire, bien qu'elle fût assez notable, au delà de la limite représentée par l'expiration ordinaire. Et que la diminution de la pression pulmonaire provoque, chez nous aussi, l'acte de l'inspiration, c'est ce que confirme l'observation suivante que tous ont pu faire: lorsqu'on descend, sur

une balançoire, ou qu'on saute d'une certaine hauteur, il se fait un mouvement d'inspiration d'autant plus profond que la descente est plus rapide, et, respectivement, que la hauteur d'où l'on saute est plus grande.

Le thorax ne résiste pas toujours à l'action mécanique de la diminution de la pression dans la cavité des poumons, et d'autant moins réagit-il contre elle avec une dilatation comme dans le lapin de l'expérience rapportée ci-dessus. Le plus souvent il commence à céder à la pression de 20 ctm. d'eau, et dans quelques cas même nous avons observé son abaissement à des pressions encore moindres.

Également par les tracés obtenus dans ces circonstances on voit cependant que la diminution de la pression est suivie d'un acte d'inspiration prolongée.

Nous ne pouvons dire quelle peut être la raison pour laquelle, chez quelques lapins, l'abaissement du thorax et de l'abdomen se produit à la suite d'une faible raréfaction tandis que, chez d'autres au contraire, elle ne se produit pas même après une raréfaction beaucoup plus forte. L'âge et la race ne sont peut-être pas étrangers à ces résultats.

Il est à remarquer que la respiration abdominale devient toujours plus superficielle à mesure que la raréfaction de l'air dans le poumon se fait plus grande, tandis que la respiration thoracique devient plus profonde. Ce fait confirmerait l'opinion de Mosso (1), selon laquelle il existerait une certaine indépendance entre l'innervation de la respiration thoracique et celle de la respiration abdominale. Cependant nous devons noter que la superficialité de la respiration abdominale à la suite de la diminution de la pression endopulmonaire s'observe aussi, bien qu'à un degré moindre, après la section des vagues. Cette circonstance nous oblige à accepter avec réserve le concept que la diminution de la pression endopulmonaire puisse déterminer par voie réflexe seulement l'inspiration thoracique et arrêter l'inspiration abdominale, et à ne pas exclure le doute que le phénomène sus-indiqué puisse être un effet de nature exclusivement mécanique.

L'indépendance relative de l'innervation respiratoire du thorax de celle de l'abdomen est démontrée d'une manière plus évidente par les tracés de la respiration thoracique et abdominale rapportés ci-

---

(1) A. Mosso, *De l'indépendance des mouvements respiratoires de la face, du diaphragme, du thorax et de l'abdomen* (Arch. italiennes de Biologie, t. VII, p. 78).

EN QUELLE MANIÈRE LE NERF VAGUE MODIFIE LE RHYTHME, ETC. 161  
 dessous fig. 16 et obtenus d'un lapin, après la section des vagues,  
 tandis qu'il respirait dans une bouteille fermée à la pression ordinaire.

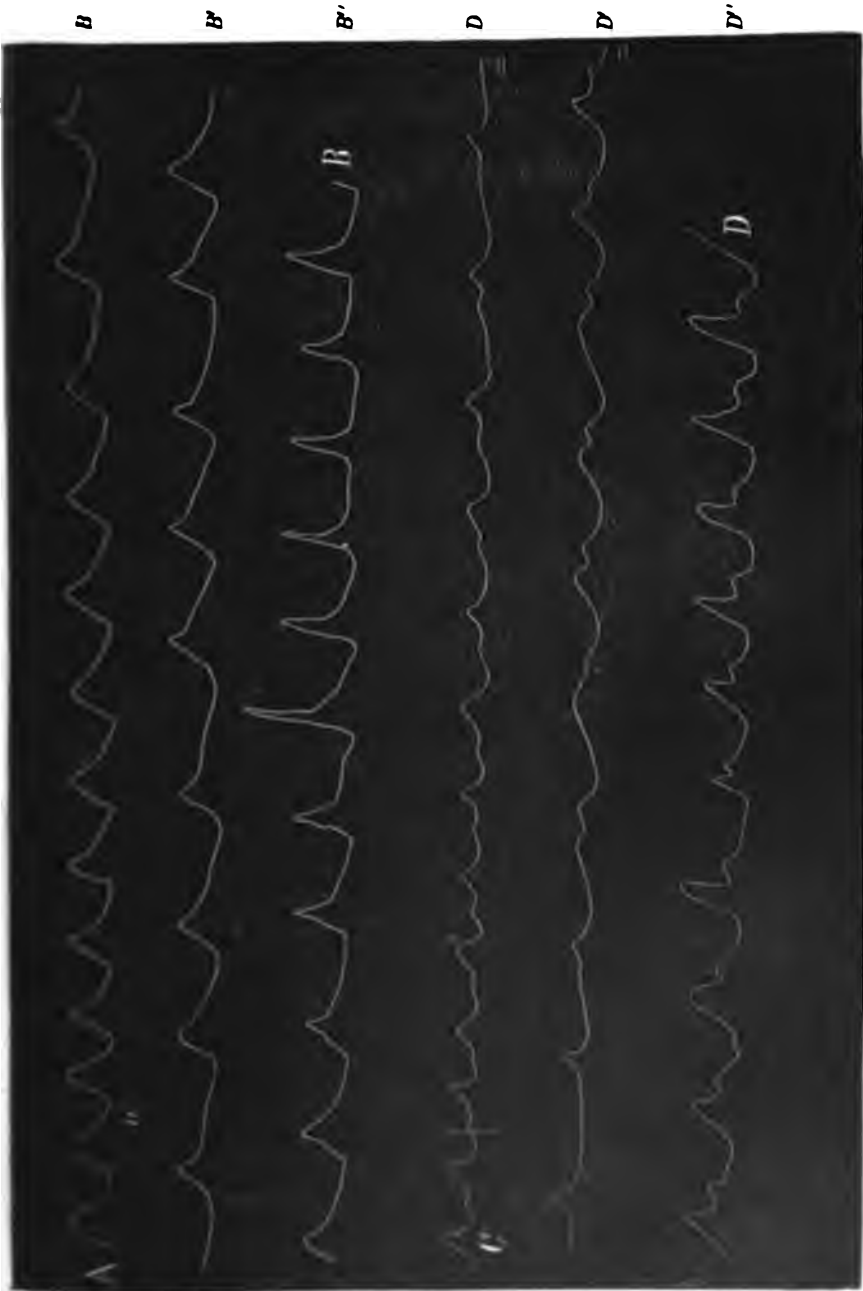


Fig. 16. — AB, A'B', A''B''. Respiration thoracique. — CD, C'D, C'D''. Respiration abdominale obtenue simultanément.

Les traces de la fig. 16,  $AB$ ,  $A'B'$ ,  $A''B''$ , constituent un seul tracé divisé en trois parties pour la commodité de l'impression, et ainsi  $CD$ ,  $C'D'$ ,  $C''D''$ . Cette figure démontre que, tout d'abord, la respiration thoracique coïncide avec la respiration abdominale, que cette coïncidence va peu à peu en diminuant, et que, pour cette raison, dans le cours d'environ 40 respirations il se perd une respiration thoracique : sur 42 respirations abdominales on a seulement 41 respirations thoraciques. Le moment où commence la respiration thoracique est marqué par un petit abaissement dans le tracé de la respiration abdominale. Cette ondulation passe graduellement de la pause expiratoire à l'inspiration, puis à l'expiration et retourne enfin à la pause expiratoire.

Nos résultats peuvent se résumer comme il suit :

1° Une petite augmentation de la pression endopulmonaire sans distension des poumons, provoque, par voie réflexe au moyen des vagues, une pause et puis l'inspiration.

2° Une augmentation plus grande avec distension des poumons provoque expiration, pause expiratoire et inspiration qui, d'ordinaire, se succèdent de la manière sus-indiquée ; mais elles peuvent aussi se succéder diversement et se combiner de manière à donner lieu à une lente inspiration ou à une lente expiration au lieu de la pause et puis de l'inspiration, ou encore à l'expiration et ensuite à la pause.

3° Une diminution de la pression endopulmonaire produit un acte de profonde inspiration thoracique qui, souvent, est si prompt et si énergique, qu'il ne permet pas que la raréfaction de l'air contenu dans le poumon fasse sentir ses effets mécaniques sur le thorax.

Ces conclusions, à notre avis, concordent bien mieux que celles de Breuer et de Hering avec les observations cliniques.

La clinique distingue une dyspnée de fréquence et une dyspnée de profondeur. La première se produit en général quand le champ respiratoire est diminué, et la seconde quand il existe quelque rétrécissement le long des grandes voies respiratoires (trachée, grosses bronches). Avec la doctrine de Breuer et de Hering il nous semble difficile d'expliquer pourquoi, dans la dyspnée de profondeur, l'acte de l'expiration se produit seulement après que les poumons se sont notablement distendus, tandis que, dans la dyspnée de fréquence, le même acte se produirait par suite d'une légère distension des poumons ; et de même il nous paraît difficile d'expliquer pourquoi, dans la dyspnée de profondeur, il se produit une longue pause après l'expiration.

Selon nos conclusions, la genèse de ces phénomènes serait la suivante: dans la dyspnée de profondeur, qui est déterminée par un rétrécissement des grandes voies respiratoires, il se produit, au début de l'expiration, une augmentation notable de la pression endopulmonaire parce que l'air recueilli dans le poumon et comprimé par les forces expiratoires rencontre des résistances pour sortir au dehors. Dans ce cas nous avons donc une augmentation de la pression dans la cavité pulmonaire avec dilatation des poumons, et en conséquence il devra, selon nos résultats, se produire une profonde expiration suivie d'une longue pause et ensuite une inspiration. Or c'est précisément ce qui a lieu. Dans ce cas, l'acte inspiratoire devra ensuite être profond pour une autre raison encore. La dilatation inspiratoire du poumon, alors qu'il y a *sténose* des grandes voies respiratoires, doit être accompagnée de raréfaction de l'air contenu dans le poumon, à cause de la résistance que le rétrécissement oppose à un prompt rétablissement de l'équilibre dans la pression pulmonaire. Et la raréfaction de l'air dans le poumon produit, comme nous l'avons vu, une profonde inspiration.

Lorsque le champ respiratoire est diminué et que les grandes voies respiratoires conservent leur ampleur, le défaut d'équilibre de la pression durant l'acte inspiratoire et durant l'acte expiratoire doit être de degré moindre qu'à l'état normal, parce que le rétablissement de l'équilibre est plus facile, et, par conséquent, les actes d'inspiration et d'expiration doivent être moins profonds et la pause expiratoire doit manquer parce que l'augmentation de la pression qui la détermine fait défaut.

## *Influence du mouvement sur le développement des œufs de poule*

par le prof. A. MARCACCI (1).

---

(Laboratoire de Physiologie de l'Université de Pérouse).

---

Bien que quelques auteurs, tels que Preyer et Dareste, Pflüger et Roux eussent mentionné l'influence possible du mouvement et de la pesanteur sur le développement des œufs de poule, personne cependant ne les avait soumis au mouvement pendant un long temps et durant leur développement; c'est pour cela que les conséquences n'en avaient pas été étudiées.

L'appareil dont je me suis servi pour tenir les œufs en mouvement consiste essentiellement en une roue qui peut tourner dans un plan vertical ou dans un plan horizontal. La roue est maintenue en mouvement par un moteur à eau dont on peut, à volonté, régler la vitesse. La roue porte six œufs et est placée dans une étuve; rone et œufs peuvent donc être tenus en mouvement à une température de 39°-39°,5.

Je rapporterai seulement les conclusions tirées de la première série de recherches:

1° Les œufs soumis à un mouvement continu dans une température de 39°-40° se développent.

2° Le développement s'arrête à des époques diverses selon que les œufs sont soumis à un genre de mouvement plutôt qu'à un autre.

3° La mort de l'embryon coïncide avec la rupture de la membrane vitelline et celle-ci avec le *maximum* des troubles trophiques mani-

---

(1) L'auteur a publié, sur cette question, deux mémoires, l'un en 1886 (*Influenza del movimento sullo sviluppo dell'uovo di pollo* — *Ann. Università di Perugia*, anno I, vol. I, p. 171), l'autre en 1888 (*Effetti tardivi del movimento impresso alle uova nei primi giorni dell'incubazione* — *Boll. delle scienze med. di Bologna*, serie VI, vol. XXII): on peut les considérer comme étant la suite l'un de l'autre.



testés par l'extrême pâleur et par l'incomplète réplétion des vaisseaux sanguins.

4° Dans les œufs qui ne se développent pas, la rupture de la membrane vitelline et le mélange du jaune avec le blanc de l'œuf ne se produisent jamais; il est donc très probable que le mouvement rend plus lacérable la membrane vitelline.

5° Les œufs soustraits au mouvement peuvent continuer à se développer si la soustraction a lieu avant que se soit produite la rupture de la membrane vitelline: le mouvement n'est donc, jusqu'à un certain point, qu'une cause indirecte de mort pour l'embryon.

Si, avec cette série de recherches, on déterminait bien la nature des troubles produits par le mouvement dans les premières époques de l'incubation, on n'établissait pas si les poussins développés dans le mouvement pouvaient en ressentir les conséquences après leur naissance. Une circonstance fortuite me donna occasion de pouvoir arriver à des conclusions plus décisives. Quelques-uns des poulets qui avaient subi le mouvement pendant 24-48 heures dans la première série de recherches naquirent et me parurent normaux. Elevés avec soin ils crurent jusqu'à un certain âge sans qu'il apparût en eux rien qui fût digne de remarque. Arrivés cependant à leur complet développement, quelques-uns de ces poussins moururent prématurément, et quelques-uns de ceux qui étaient restés en vie commencèrent à présenter des apparences étranges, soit dans leur conformation, soit dans leur manière de marcher. Après 8 ou 10 mois, les survivants étaient au nombre de cinq; chez trois d'entre eux on remarquait des faits assez étranges. Un de ces poulets, en effet, un gros coq, marchait d'une manière très irrégulière, par bonds, et si on le faisait courir il tombait facilement sur un flanc. Après l'avoir tué, on trouva une très étrange conformation du thorax; celui-ci était tout dévié à droite de manière à peser davantage sur la moitié droite que sur la gauche: la colonne vertébrale était, elle aussi, notablement tordue. Le second poulet présentait un développement énorme de la crête et des barbes, comparativement au corps très chétif: crête et barbes pesaient, en effet, 164 gr. et le poulet entier 565 gr. La crête, par son énorme développement, ne pouvant se tenir droite, était tombée sur le côté gauche et, entraînant la peau sur laquelle elle était implantée, était allée prendre un point d'appui sur l'œil, le vidant complètement. Le troisième poulet avait un développement extrêmement difficile et avait toujours été alimenté artificiellement parce que la partie supérieure

du bec suravançait d'environ 5 ou 6 millim. sur la partie inférieure, lui donnant l'aspect d'un bec d'aigle ou de faucon, ce qui lui rendait l'alimentation impossible. Les deux autres poulets ne présentaient pas de défauts de conformation squelettique, mais seulement un développement très difficile.

Tous ces faits me firent naître le soupçon que le mouvement pût faire ressentir tardivement ses effets sur le développement, et que les poussins que je considérais comme normaux à leur naissance, ou ne le fussent pas en réalité, ou devinssent anormaux en croissant.

Cependant toutes les abnormités citées pouvaient aussi être purement accidentelles; je dus donc me disposer à répéter les expériences en prenant toutes les précautions possibles pour éviter les causes d'erreur. Entre autres précautions je pensai à faire développer, en même temps que les œufs qui étaient soumis au mouvement, d'autres œufs toujours restés en repos, afin d'avoir ainsi des données importantes de comparaison.

En me servant toujours du même appareil je soumis les œufs, pendant 48 heures, aux suivantes espèces de mouvement:

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| 1° Mouvement dans un plan ho-   | } mouvement lent (40 tours à la minute), |
| rizontal . . . . .              |  |
| 2° Mouvement dans un plan ver-  | } mouvement lent (40 tours à la minute)  |
| tical . . . . .                 |  |
| 3° Mouvement dans un plan ho-   | } 24 heures de droite à gauche,          |
| rizontal (60 tours à la minute) |  |
| 4° Mouvement dans un plan ver-  | } 24 heures de droite à gauche,          |
| tical (60 tours à la minute)    |  |

Je rapporte simplement les résultats finals obtenus dans chaque cas.

*1° Mouvement lent dans un plan horizontal pendant 48 heures (40 tours à la minute).*

De six œufs tenus en mouvement, cinq poussins naquirent et se développèrent. Après 8 mois les poulets étaient bien développés, très robustes, sans anomalie d'aucune sorte et ils ne différaient pas de ceux qui étaient nés des œufs tenus en repos. Pour reconnaître les poulets adultes appartenant à chaque expérience je taillais aux poussins, dès leur naissance, un doigt du pied, différent pour chaque espèce de mouvement.

*2° Mouvement rapide en un plan horizontal (80 tours à la minute).*

Il naît seulement trois poussins des six œufs mis en mouvement, et deux normaux. Des trois autres œufs mis en mouvement, un ne s'est pas développé, dans un autre l'embryon est mort du 10<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> jour, dans le dernier le poussin est mort après avoir brisé la coquille, sans réussir à s'en débarrasser.

Après huit mois, les trois poussins nés des œufs tenus en mouvement étaient encore vivants ainsi que les deux normaux; aucune anomalie squelettique. Les trois premiers poulets, très maigres, étaient attaqués par de très nombreux poux de poule, tandis que les deux normaux ne l'étaient pas, bien qu'ils se nourrissent et qu'ils vécussent ensemble.

### 3<sup>e</sup> *Mouvement lent dans un plan vertical* (40 tours à la minute).

Je ne prends pas en considération les résultats de cette expérience parce que, pendant l'incubation des œufs, il y eut de fortes oscillations de température qui, à elles seules, peuvent être cause d'anomalies de développement.

### 4<sup>e</sup> *Mouvement rapide dans le plan vertical* (80 tours à la minute).

Il naît naturellement trois poussins des œufs tenus en mouvement et les deux normaux. Des trois autres œufs, deux sont en pleine putréfaction quoique développés jusqu'au 12<sup>e</sup>-14<sup>e</sup> jour; dans un autre œuf, le poussin ayant de la difficulté à rompre la coquille, en est extrait artificiellement, mais il meurt peu après.

Ce dernier poussin présente une flexion du doigt médium du pied droit; il a la forme d'un crochet ou d'une griffe.

Après huit mois, les trois poussins nés dans le mouvement et un seul des normaux vivaient encore. En comparant les premiers avec le second on remarquait subitement une énorme différence dans le développement; il était très difficile chez les trois premiers, couverts de poux de poule.

L'un des trois poulets adultes (développé dans le mouvement) présentait une déviation latérale de la partie inférieure du bec; cette déviation n'existait pas à la naissance, elle s'était développée peu à peu et avait crû au point de rendre ensuite impossible l'alimentation spontanée.

Un autre poulet laissé en vie, si l'on en excepte le développement difficile, ne présenta pas de phénomènes dignes de remarque jusqu'au 11<sup>e</sup> mois; à cette époque il mourut extrêmement amaigri, bien qu'il se nourrît abondamment, et après avoir présenté dans les derniers jours des accès d'essoufflement très forts.

A l'autopsie, outre l'extrême amaigrissement, on trouva le thorax et l'abdomen complètement occupés par le foie; celui-ci pesait 245 gr. et, comparativement au poulet qui en pesait 764, on peut dire qu'il était absolument énorme. Le poumon repoussé en haut et écrasé était dans l'impossibilité de se dilater, et c'était là la cause de l'essoufflement. A l'examen histologique du foie on reconnut qu'il s'agissait d'un carcinome.

Le troisième survivant vécut longtemps et plus que le précédent sans présenter rien de remarquable, à part l'extrême difficulté du développement.

*5° Mouvement dans un plan horizontal 24 heures de drotte à gauche et 24 heures de gauche à droite (60 tours à la minute).*

Il naît quatre poussins de six œufs tenus en mouvement; des deux autres, l'un ne s'est pas développé, le second a donné un poussin qui est mort en naissant sans présenter d'anomalies évidentes. Il naît un seul poussin normal.

Après huit mois, il ne restait qu'un seul des quatre poussins nés dans le mouvement; les trois autres moururent prématurément et presque en même temps, sans cause appréciable et après avoir vécu de la manière la plus pénible. L'un d'eux, avant sa mort, était sujet à des accès convulsifs, et pendant l'accès il se produisait une flexion du pied sur la jambe, flexion qui disparaissait après l'accès; en raison de la répétition des accès, cette contraction devint permanente au point de rendre impossible la station debout et ensuite la vie de l'animal. Les deux autres qui moururent prématurément ne présentaient ni phénomènes, ni anomalies de développement dignes de remarque.

L'unique survivant ne présentait, en apparence, rien d'anormal: lorsqu'il fut tué je remarquai, dans le squelette, une légère déviation du thorax (à un degré qui peut se rencontrer même dans les poulets normaux) et une précoce ossification de l'appendice ensiforme du sternum (toujours à l'état de cartilage à cet âge) et des articulations des processus uncinés des côtes.

*6° Mouvement vertical de moyenne vitesse. 24 heures de gauche à droite, 24 heures de drotte à gauche (60 tours à la minute).*

Il naît quatre poussins des œufs tenus en mouvement; l'un d'eux meurt après être sorti de la coquille et présente une déviation très notable du thorax de droite à gauche; un des œufs ne s'est pas développé.

Deux, des quatre poussins nés, meurent après un mois de vie; à

l'exception d'un léger degré de déviation du thorax, ils ne présentaient pas d'anomalies appréciables.

Deux des poussins seulement vécurent donc jusqu'à l'époque où je les examinai avec tous les autres (au huitième mois).

Un de ceux-ci avait une déviation énorme du thorax à gauche, avec écrasement des côtes à droite, la carène sternale se repliant sur ce côté; on pouvait dire que la cavité thoracique était formée par la seule moitié droite du thorax. On avait une notable torsion en S de la colonne vertébrale.

Le second de ces poulets, outre qu'il présentait, d'une manière encore plus exagérée, la déformation du thorax que nous avons décrite pour le premier, et un développement très pénible, présentait encore une déformation extrême des os du bassin et une torsion à angle de la colonne vertébrale; ce double vice squelettique donnait la raison des troubles dans la locomotion présentés par le poulet pendant qu'il était en vie. En marchant tranquillement, en effet, sa queue restait dans la ligne médiane; lorsqu'on le faisait courir, elle tombait toute vers la gauche.

Les abnormités de développement enregistrées chez l'adulte peuvent se ramener à trois catégories:

1° *Développement général du corps plus pénible que chez les poulets nés d'œufs restés en repos, sans irrégularité de conformation.*

Ce fait peut s'expliquer par l'insuffisante sanguification et par défaut d'oxygène. — Dans un autre mémoire j'ai en effet démontré que, pendant le mouvement, les vaisseaux sanguins sont incomplètement remplis et qu'il y a pâleur extrême dans l'aire vasculaire.

Le poulet se ressent, adulte, d'avoir été mal nourri dans les premiers jours de l'incubation. Les poulets ainsi mal nourris sont attaqués avec violence par leur parasite le plus commun (pou de poule), tandis que ceux qui sont bien nourris ne sont pas attaqués ou le sont beaucoup moins. Ce fait rappelle celui des moutons bien nourris chez lesquels l'acarus de la gale ne croît pas, tandis qu'il croît et se développe chez les moutons mal nourris (Delafond et Bourguignon). Ce fait constant du développement difficile, sur lequel aucun tératologue n'avait porté son attention, mérite une extrême considération, autant et peut-être plus que celui des anomalies tardives.

2° *Excès de développement limités à quelques parties du corps*

par ex. le développement énorme de la crête, l'allongement plus grand de la partie supérieure du bec. — Je me rends compte de la genèse de ces défauts par un excès de nutrition limité à quelque partie et dû à un excès de vascularisation. Rien de plus naturel que d'admettre en effet, que là où se vérifient des défauts de nutrition il puisse y avoir, comme par compensation, des excès de nutrition par excès de vascularisation.

3° *Vices de conformation localisés, ou dans les articulations* (patte à griffe), *ou dans les muscles* (déviation latérale du bec), *ou dans les parties squelettiques* (déformation du thorax, déviation et torsion de la colonne vertébrale et des os du bassin). Je crois pouvoir attribuer cette classe de défauts à la mauvaise position que l'embryon peut prendre dans la coquille à cause du mouvement. Deux faits que j'ai rencontrés sont en faveur de cette hypothèse: le détachement total ou partiel de la membrane testacée d'avec la coquille, et la descente plus bas qu'à l'ordinaire, de la tête sur le thorax.

Par rapport à l'influence plus ou moins préjudiciable que les diverses espèces de mouvement peuvent avoir sur le développement, on peut dire que le mouvement dans un plan horizontal n'occasionne pas de dommages ou n'en occasionne que de très légers; le *maximum* des effets nuisibles est causé par le mouvement dans un plan vertical, spécialement s'il est interverti de droite à gauche et de gauche à droite.

Ceci est facile à comprendre si l'on pense que dans le mouvement en un plan horizontal le disque germinatif conserve sa position normale et une immobilité relative, tandis que dans le mouvement en un plan vertical le disque subit un déplacement continu de va et vient, ce qui contribue aux défauts de nutrition et de pâleur de l'aire vasculaire et au remplissement incomplet des vaisseaux sanguins.

Après cette indication sommaire de mes recherches je crois pouvoir conclure que:

1° Le mouvement imprimé aux œufs d'une manière continue et dans les premiers jours de l'incubation peut faire ressentir tardivement ses effets nuisibles sur l'adulte; ces défauts peuvent être attribués à la nutrition défectueuse ou à des abnormités de développement.

2° Certaines abnormités de développement peuvent ne se manifester que sur l'adulte ou s'accroître en lui quand même elles n'auraient existé que d'une manière peu notable au moment de la naissance; on ne pourra donc jamais, avec certitude, déclarer normal un

poulet né avec des apparences régulières (mais développé dans des conditions anormales) si l'on ne suit pas son développement pendant un très long temps après sa naissance.

3° La direction et la vélocité du mouvement peuvent influencer diversément et avec plus ou moins de force sur le développement et sur la production d'abnormités; dans notre cas le mouvement de l'œuf dans un plan vertical est plus nuisible que le mouvement dans un plan horizontal.

4° On doit rechercher les causes de tous ces défauts préjudiciables (insuffisance, exubérance et abnormités de développement) dans les troubles nutritifs ou mécaniques que l'œuf subit dans les premiers jours de son développement pendant le mouvement.

### *Oblitération expérimentale des sinus de la dure-mère.*

#### *Étude sur la doctrine de la thrombose de ces vaisseaux*

par le Dr PIERRE FERRARI (1).

(Institut de Pathologie générale expérimentale de Vienne).

Déjà les anciens anatomistes connaissaient le fait de la coagulation du sang dans l'intérieur des sinus de la dure-mère, produisant une thrombose. Morgagni observa plusieurs fois soit la thrombose des sinus, soit celle des veines cérébrales (2); et comme, dans les descriptions qu'il en fait, il insiste quelquefois sur la coïncidence de ces conditions anatomiques avec l'observation clinique des symptômes cérébraux faite sur les individus chez lesquels elles se manifestent, il est évident qu'il attribuait à ces *polypoasae concretiones* trouvées dans l'intérieur des sinus une véritable valeur pathologique (3).

(1) *Archivum per le scienze mediche*. Vol. XII, p. 341.

(2) MORAGNI, *De sedibus et causis morborum*, 1760. — Epist. V, 21-VI, 12-VII, 4, 6, 9, 11, 13-VIII, 2, 23-XIX, 35-XXIV, 16-LII, 6.

(3) Voir spécialement Epist. VII, 13, 14.

Tonnellé fit plus tard une étude plus profonde et plus précise sur ce sujet (1). Il examina, lui aussi, la thrombose au point de vue anatomique. Il distingue les caillots se formant par le fait de la stase du sang de ceux qui sont la conséquence d'une inflammation des parois des vaisseaux.

Il ne fonda cette distinction que sur des considérations anatomiques peu précises qui ne correspondent certainement pas aux exigences actuelles de la science. Cependant cette distinction fut généralement adoptée par ceux qui s'occupèrent après lui de ce sujet. Ils firent tous une description spéciale pour une thrombose provenant de la stase et pour une thrombose dépendant d'une phlébite.

Tous ces auteurs ont aussi considéré la question sous le rapport clinique, s'arrêtant sur l'étiologie et la symptomatologie.

Les travaux de Stannius (2) et de Puchelt (3) méritent une mention particulière. Ils vous font déjà voir dans la thrombose des sinus de la dure-mère un processus pathologique bien distinct, qui reconnaît des causes bien déterminées et se développe avec des manifestations spéciales. Dans leurs ouvrages il n'est question de l'importance de la circulation collatérale par suite de l'occlusion des sinus qu'à l'égard de l'occlusion des autres vaisseaux. Quant aux symptômes de l'affection, il faut noter l'observation des troubles de la circulation dans les veines de la face (*erysipelatöse Anschwellung*) dérivant de la thrombose du sinus caverneux.

Un ouvrage très important pour l'histoire de la thrombose des sinus de la dure-mère c'est celui de Lebert (4), où la distinction entre la phlébite et la thrombose, surtout au point de vue clinique, est plus que jamais nettement formulée.

Sur la thrombose des sinus proprement dite, M<sup>r</sup> Lebert ne fait que quelques observations dans lesquelles on voit essentiellement la critique de l'ouvrage de Tonnellé. Il nous suffit de noter qu'il fait dépendre cette affection tantôt de quelques *maladies aiguës, particulièrement des exanthématiques*, tantôt de conditions *cachectiques*, surtout de celles qui proviennent de la tuberculose.

(1) TONNELLÉ, *Archiv. gén. de méd.*, t. XIX, 1829.

(2) STANNIUS, *Ueber krankhafte. Verschlussung grösserer Venenstammen des menschlich. Körpers*. Berlin, 1839.

(3) PUCHELT, *Die Krankheiten des Venensystems*, 1845.

(4) LEBERT, *Ueber die Entzündung der Hirnsinus* (*Virchow's Archiv*, IX, 1856).



Pour ce qui est de la phlébite des sinus, il distingue une forme primitive et une forme secondaire, décrivant d'une manière particulière la forme secondaire qui dérive de l'otite purulente.

Il essaie d'établir avec précision la symptomatologie de cette affection, en se basant soit sur les perturbations locales, soit sur les manifestations générales.

Peu de temps après, parut l'importante publication de Gerhardt (1) qui traite surtout de la thrombose des petits enfants émaciés.

Grâce à ces ouvrages de Lebert et de Gerhardt, ainsi qu'aux publications postérieures de Heusinger (2) et de Griesinger (3), on vit se développer toujours davantage la symptomatologie de la thrombose des sinus.

Aussi les ouvrages de Dusch (4), de Cohn (5), de Langenbeck (6), de Lancereaux (7), et d'autres observateurs, contribuèrent plus ou moins à compléter l'étude de la symptomatologie; mais ils ne renferment rien qui soit réellement important au point de vue pathologique.

Les publications de Fritz (8), de Heubner (9), de Hugenin (10) et de Wreden (11) sont particulièrement remarquables.

Ces derniers auteurs ont étudié la thrombose des sinus avec des idées modernes et exactes. Au point de vue clinique, ils ont examiné la question avec le plus grand soin, aussi ne trouvons-nous presque plus rien de nouveau dans les ouvrages qui ont paru depuis.

Le résumé de ces divers ouvrages vous amène aux conclusions suivantes :

La thrombose des sinus reconnaît plusieurs causes. Elle dépend tantôt de conditions mécaniques ayant pour résultat immédiat un ralentissement de la circulation dans l'intérieur des sinus (thrombose statique), tantôt de la diffusion d'un processus suppuratif ou septique des parties voisines des sinus aux parois de ces vaisseaux (thrombose *phlébittique*).

(1) GERHARDT, *Deutsche Klinik*, 1857.

2 HEUSINGER, *Virchow's Archiv*, XI. Bd.

3. GRIESINGER, *Archiv der Heilkunde*. B. III.

4) DUSCH, *Zeitschrift von Henle und Pfeuffer*, 1859.

5) COHN, *Klinik der embol. Gefäßkrankheiten*. Berlin, 1860.

6) LANGENBECK, *Journ. f. Kinderkrankheiten*, 1861.

7) LANCEREAUX, *De la thrombose et de l'embolisme cérébral*. Paris, 1862.

8) FRITZ, *Gazette hebdomadaire*, VII, 16.

9) HEUBNER, *Arch. f. Heilkunde*. Bd. IX, 1868.

10) HUGENIN, *Pathologische Beiträge* Zurich, 1869.

11) WREDEN *Petersb. med. Zeit.*, XVII, 1870.

La différence des causes entraîne une diversité dans les symptômes et le cours de la maladie, ainsi que dans les altérations anatomiques.

Tandis que, dans la thrombose produite par la stase, nous voyons prédominer les phénomènes locaux, particulièrement la stagnation dans les veines collatérales, etc., nous observons, dans la thrombose phlébitique, des phénomènes généraux plus ou moins saillants.

Les premiers sont surtout en rapport avec le siège et l'extension du thrombus, tandis que les symptômes généraux dépendent spécialement des caractères particuliers de l'inflammation, ou, pour mieux dire, de l'infection primitive.

La thrombose des sinus est toujours considérée comme une affection très dangereuse et presque inévitablement mortelle.

Le malade meurt ordinairement au bout de 10 à 30 jours. Quelquefois il vit encore deux mois (Lebert) (1) et même quatre mois (Sidney Coupland) (2), après les premières manifestations.

Cependant la mort n'est pas la conséquence nécessaire de la thrombose des sinus. Il y a quelques cas, quoique très rares, où l'on vit cesser tous les symptômes de cette affection, et, les personnes qui en avaient été atteintes ayant succombé à une autre maladie, on trouva chez elles les anciens thrombus dans quelques parties des sinus.

Les altérations anatomiques les plus importantes de la thrombose des sinus, à part les conditions du thrombus et les caractères qui en dérivent pour les parois des sinus, sont une stase considérable et la dilatation des vaisseaux collatéraux, et quelquefois la thrombose des veines cérébrales correspondant au sinus qui est le siège du thrombus.

Heubner a trouvé que la stase se propage même jusqu'aux artères, au point qu'elles s'engorgent.

Il y a, en outre, des hémorrhagies qui en dérivent, tantôt abondantes, tantôt circonscrites sous forme de taches plus ou moins grandes sur la surface des hémisphères (Nothnagel).

On a aussi quelquefois une augmentation considérable du liquide céphalo-rachidien. Lanceraux a aussi noté, dans un cas, le ramollissement de la substance grise de la circonvolution (3).

Si nous soumettons la doctrine que nous venons d'exposer à une critique sévère, il est facile de conclure que plusieurs des faits dont

(1) LIEBERT, loc. cit.

(2) SIDNEY COUPLAND, *Lancet*, 30 octob. 1886.

(3) VOIR NOTHNAGEL, *Ziemssen's Handbuch*, II, 1878.

il a été question ne peuvent pas être admis sans discussion, et que, dans son ensemble, la doctrine de la thrombose des sinus de la dure-mère est encore bien imparfaite.

La distinction fondamentale elle-même entre la thrombose et la phlébite ne peut pas être considérée comme absolument exacte. Nous ne savons pas encore précisément quel rôle peut jouer la stase, indépendamment de toute autre influence, dans l'étiologie de la thrombose.

Les cas de thrombose occasionnés par des maladies d'infection ne peuvent pas servir pour la solution de ce problème.

Du reste, la thrombose, à la rigueur, n'est jamais qu'un fait secondaire, une complication d'autres conditions morbifiques, d'où la difficulté de trouver sa véritable signification, faisant abstraction de toutes les manifestations des phénomènes concomitants.

Il est partant certain que nos connaissances sur la pathologie de la thrombose des sinus comme maladie existant par elle-même, sont à tous égards absolument incomplètes.

On sait que les sinus de la dure-mère forment un système de vaisseaux communiquant entre eux, qui se trouvent entre les feuillets de cette membrane. Ces vaisseaux n'ont pas de valvules, de manière que le sang peut facilement, dans certaines conditions, les parcourir en tous sens.

La plupart des anatomistes et des physiologistes décrivent les sinus comme un système vasculaire, ayant un centre unique au torcular d'Hérophile, et font ressortir la justesse de la dénomination due à l'absence de *confluens sinuum*, pour indiquer cette partie des sinus, parce qu'elle est directement ou indirectement en communication avec tout le reste du système.

Cette manière de voir n'est cependant pas tout à fait satisfaisante. Le pressoir d'Hérophile, à la vérité, a une grande importance dans le mécanisme de la circulation des sinus, parce que les grands sinus de la voûte crânienne y convergent. Mais nous ne devons pas oublier que les sinus non moins considérables de la base n'ont qu'un rapport très indirect avec le torcular d'Hérophile.

Les sinus pétreux inférieurs, qui transportent une grande partie du sang des sinus de la base directement au golfe de la veine jugulaire profonde des deux côtés, et le sinus occipital, qui est en rapport direct avec la veine vertébrale, sont absolument indépendants du torcular d'Hérophile. Il existe, en outre, un grand nombre de petits vaisseaux

qui établissent une communication directe du réseau des sinus avec l'appareil de la circulation extracrânienne.

Nous avons donc plusieurs points de dégorgeement vers lesquels peut affluer le sang de l'encéphale, et ces points de dégorgeement ont de nombreuses communications entre eux. De manière que nous trouvons ici les conditions les plus favorables pour le développement de la circulation collatérale, quand une partie quelconque du réseau veineux s'oblitére.

Mais la question la plus importante n'est pas tant de savoir si une telle compensation peut s'effectuer dans les limites de la circulation des sinus, que de connaître si elle est possible dans la circulation cérébrale et jusqu'à quel point elle peut se faire, ce qui intéresse d'autant plus qu'on sait que, par le fait de la disposition anatomique des veines encéphaliques, le sang de l'encéphale doit nécessairement tout affluer aux sinus.

Pour étudier cette question, j'ai fait dernièrement une série d'expériences sur les animaux, en oblitérant artificiellement de grandes régions du système des sinus.

Je me suis servi du chien dans mes expériences. Les conditions anatomiques des sinus de la dure-mère présentent, dans le chien, quelques différences que nous devons noter.

Le sinus pétreux inférieur, qui se détache du sinus caverneux, se porte en arrière en côtoyant le rocher et se jette dans le sinus occipital.

Les sinus transverses se trouvent dans un canal osseux creusé dans l'os occipital et débouchent, des deux côtés, dans la veine faciale postérieure, bifurcation de la veine jugulaire externe (1).

La veine jugulaire interne, chez le chien, est très petite et ne sert pas ordinairement pour l'écoulement du sang de l'encéphale.

Le sinus caverneux fournit une veine considérable connue sous le nom de veine cérébrale inférieure (*untere Gehirnvene*). Elle sort de la cavité crânienne par le trou déchiré et va se jeter dans la veine faciale postérieure à quelques centimètres de distance du point d'embouchure du sinus transverse.

---

(1) V. F. MÜLLER, *Anatomie der Haussaugethiere*, 1871. — Voir aussi LUSCHKA, *Die Venen des menschlichen Halses* (*Denkschriften der k. Academie d. Wissen.* Bd. XX, p. 210).

Il n'est certainement pas possible de pratiquer une oblitération directe des sinus sans occasionner à l'animal de graves lésions, qui, même dans la meilleure hypothèse, compromettraient le résultat de l'expérience; aussi ai-je pensé d'obtenir l'occlusion des sinus d'une manière indirecte, soit moyennant l'injection d'un mélange d'huile et de cire, qui se conservait solide à la température du corps et qui se liquéfiait à une température un peu plus élevée.

La matière résultant de ce mélange, injectée par le moyen d'une canule introduite dans la veine faciale postérieure, immédiatement au-dessous de l'embouchure des sinus transverses, remplit facilement ces deux sinus et même, en partie au moins, le sinus longitudinal supérieur.

En faisant, au contraire, l'injection au-dessous de l'origine de la veine cérébrale inférieure, on introduit cette matière dans le sinus caverneux, et ainsi on peut oblitérer une partie plus ou moins grande des sinus de la base.

Il est assez facile de faire une injection isolée des sinus de la base, en liant préalablement la veine faciale postérieure au-dessus de l'embouchure de la veine cérébrale inférieure.

On peut aussi injecter directement le sinus caverneux par la voie de la veine ophthalmique.

J'ai pratiqué l'injection par toutes ces diverses voies, non pas tant pour étudier les effets de l'occlusion des diverses parties du réseau des sinus prises séparément, que pour porter graduellement au plus haut degré l'oblitération des sinus et rendre ainsi plus sensibles les modifications déterminées par ce moyen soit dans la sphère des sinus, soit dans les organes qui en dépendent et particulièrement dans l'encéphale.

La quantité de la matière à employer pour chaque injection doit être très limitée; en moyenne 4 cm. c. pour le sinus transverse et pour la veine cérébrale inférieure, 2 centim. c. pour la veine ophthalmique.

La matière à injecter doit être stérilisée par l'échauffement prolongé au bain-marie. Cependant, au moment de l'injection, la température ne doit pas être sensiblement supérieure à celle du corps de l'animal (1).

1 L'auteur fait ici la relation de 14 expériences, que nous ne rapporterons pas.

Les animaux qui sont morts immédiatement ou peu de temps après l'opération ne nous offrent pas des matériaux bien utiles pour la solution des questions qui nous intéressent. Deux circonstances durent surtout contribuer à produire leur mort: d'une part, la suppression instantanée et presque complète de la circulation dans l'encéphale; d'autre part, la compression de la moelle allongée par l'injection du plexus occipital. A ce sujet, il est remarquable que les animaux aient pu quelquefois résister pendant quelques heures à l'influence de ces graves circonstances. Il est important de noter, dans ces expériences, un profond coma, un grand et rapide abaissement de température, un ralentissement de la respiration. Le cas, où les animaux ont survécu, sont bien plus intéressants pour nous. *Les sinus de la voûte crânienne* sont oblitérés dans une étendue plus ou moins grande. La matière injectée remplit complètement les sinus transverses, et quelquefois une grande partie des sinus longitudinaux supérieur et inférieur. Non seulement on n'observa pas, dans ces cas, les grandes perturbations attribuées à l'occlusion de ces sinus dans la thrombose spontanée, mais on ne vérifia pas même la plus légère irrégularité ni dans la sensibilité, ni dans la motilité, quelques soins qu'on eût mis dans l'examen des animaux. Le seul fait anormal qu'on put constater, c'était une certaine diminution de la vivacité de l'animal. Mais ce fait n'était même pas de longue durée; un ou deux jours après, les animaux s'étaient parfaitement rétablis.

Au bout d'un certain temps (10-20 jours), après lequel nous pouvions croire qu'il n'existait plus dans l'animal aucune trace des conséquences de la première injection, nous avons soumis les animaux à une seconde expérience. Si déjà il était surprenant qu'un obstacle aussi grave à la circulation veineuse dans un organe généralement si sensible aux troubles de la circulation, n'eût pas donné lieu à des manifestations importantes, il était à peine croyable qu'une plus grande réduction du système des sinus, réduction qui arrivait au minimum compatible avec la possibilité de la circulation, pût encore être supportée sans manifestations morbides considérables.

Dans les expériences VII, XI, XIII, nous avons fait suivre l'injection des sinus de la voûte crânienne d'une injection plus ou moins complète des sinus de la base.

Toutes les fonctions cérébrales, autant qu'on put vérifier, restèrent normales. Nous devons particulièrement signaler l'expérience XIII, qui démontre qu'après la seconde injection on avait l'oblitération des deux

sinus transverses avec le torcular d'Hérophile, d'une partie du sinus longitudinal supérieur, des deux sinus caverneux et des deux sinus pétreux inférieurs.

Dans ces conditions où le sang ne trouvait pas d'autres voies d'écoulement que les veines ophthalmiques et les anastomoses avec les veines vertébrales, l'animal vécut 23 jours sans présenter aucune altération de la sensibilité ou de la motilité, ni aucun symptôme de dépression du côté des facultés supérieures. — Dans les expériences VII et XI, les animaux avaient à peu près présenté les mêmes conditions.

Sous le rapport diagnostique, le résultat négatif de l'examen ophtalmoscopique après ces expériences est très important. Les veines de la rétine examinées une fois par le Dr C. Koller, une autre fois par le Dr Konigstein, n'étaient point dilatées, ce qui prouve que, dans cette partie du système veineux, il n'y avait pas d'augmentation de pression, ni de stase.

La section anatomique a aussi démontré ce fait, car j'ai constaté que le volume et la direction de ces veines n'offraient absolument rien d'anormal.

Ces observations correspondent parfaitement avec celles de Leber et Gowers et particulièrement avec celles de Deutschmann (1) sur un état particulier de la papille du nerf optique de l'homme attribué à la stase (*papilla da stasi* des Italiens).

Les recherches expérimentales de Deutschmann ont démontré que ce n'est pas la stase du sang, mais bien une modification histologique qui produit les manifestations de la *papilla da stasi*.

Ces observations sont en harmonie avec nos expériences.

Un autre fait de la plus grande importance c'est l'exophtalme que nous avons observé deux fois dans nos études expérimentales.

Heubner rapporte l'œdème des paupières et l'exophtalmie qu'on observe souvent dans la thrombose des sinus de la base à la stase du sang dans l'intérieur du sinus caverneux, et il exprime l'idée que la stase du sinus caverneux est plus active, dans la production de ces symptômes, que la thrombose de ce même sinus, parce que, dans les cas de stase, l'augmentation de la pression dans la cavité du sinus se transmettrait à l'ophthalmique et déterminerait une transudation dans la circonscription de cette veine, tandis que, dans la thrombose, comme

---

(1) DEUTSCHMANN, *Neuritis optica*. Jena, 1887.

la circulation cesse complètement, toute augmentation de pression dans l'ophtalmique cesse aussi.

Heubner trouve dans ces circonstances l'explication de la prompte disparition de l'œdème palpébral et de l'exophtalmie qu'on observe dans quelques cas de thrombose du sinus caverneux.

J'ai pu confirmer, par l'observation directe, l'hypothèse de Heubner que le mouvement du sang dans la veine ophtalmique se fasse de dehors en dedans, soit vers le sinus caverneux, et qu'il puisse s'effectuer en sens inverse dans les cas d'oblitération.

Dans la préparation de la veine ophtalmique que nous avons faite dans les expériences dont nous venons de parler, nous avons toujours trouvé cette veine très dilatée, et, en y introduisant la canule, nous avons vu le sang sortir de la partie centrale du vaisseau.

On ne voit jamais cela dans les conditions normales, comme il est facile de le constater, la direction du sang dans la veine en question étant constamment centripète.

Dans nos expériences, l'exophtalme n'a paru que lorsque le tronc principal de la veine ophtalmique a été oblitéré, c'est-à-dire quand la matière injectée avait produit l'occlusion complète de l'embouchure des branches veineuses provenant des organes de l'orbite.

Il faut cependant noter que, dans un cas, l'exophtalmie s'est manifestée des deux côtés, quoique l'injection n'eût point pénétré dans la veine ophtalmique droite. Je n'essaierai pas d'expliquer ce fait, voulant éviter autant que possible les hypothèses.

Il résulte du reste de nos expériences que, dans le chien, on peut avoir une stase considérable dans le sinus caverneux et dans la veine ophtalmique, ou bien une inversion du courant sanguin dans ces canaux, sans le moindre symptôme ni aux paupières, ni dans le tissu cellulaire rétro-bulbaire, ni dans les vaisseaux de la rétine.

Pour supprimer les fonctions de l'encéphale et produire ainsi la mort de l'animal, nous avons dû oblitérer les dernières voies d'écoulement du sang de cet organe, ce qui a eu lieu par le fait de l'injection d'une veine ophtalmique dans les trois expériences dont nous avons parlé ci-dessus.

Cette injection, dans un cas, a produit la mort d'une manière quasi immédiate. Dans les deux autres cas, l'animal a survécu environ un quart d'heure, et il mourut après un accès épileptique bien prononcé.

On savait déjà que l'occlusion des voies par lesquelles le sang s'écoule du cerveau, comme celle des vaisseaux par lesquels il y arrive



(Kussmaul et Tenner) (1), peut provoquer des mouvements convulsifs.

Mais l'expérience n'avait pu être faite que chez quelques animaux (chats) et dans des conditions tout à fait spéciales (Hermann et Escher) (2).

Chez les chiens, on n'avait pu jusqu'ici obtenir d'accès convulsifs par l'occlusion des veines. Mes expériences ont comblé cette lacune.

Il nous reste à dire quelque chose sur le résultat de l'examen anatomique par les sections nécroscopiques. Dans tous les animaux qui succombèrent à la première opération, la section anatomique nous fit voir les symptômes de l'hyperhémie cérébrale. Nous devons ajouter que ces symptômes étaient bien plus prononcés chez les animaux qui sont morts immédiatement après l'opération, que chez ceux qui ont survécu un certain temps.

La nécroscopie de tous ces animaux nous démontra que les sinus dans lesquels la matière injectée n'avait pas pénétré renfermaient du *sang fluide*.

On n'a pas non plus trouvé de caillots dans les veines cérébrales.

Cela démontre que, dans tous ces vaisseaux, malgré l'occlusion des voies ordinaires d'écoulement, la circulation s'est maintenue normale.

Il est inadmissible que dans un vaisseau où la stase dure pendant des semaines ou des mois, le sang puisse se conserver liquide.

La circonstance que l'embolus de cire n'a pas produit de thrombose est remarquable. Ce fait est peut-être en rapport avec ce que Freund (3) a observé, que le sang en contact avec les corps gras, soit, avec des substances auxquelles il n'adhère pas (telle que celle que j'avais employée), reste liquide.

Cela nous donne l'explication de l'absence de perturbations graves après la suppression de certaines zones du système des sinus, faisant voir que cette suppression ne suffit pas pour que les territoires correspondants de l'encéphale cessent de fonctionner, le développement de la circulation collatérale étant encore possible.

Celle-ci s'établit en effet très facilement et promptement, de manière que nous devons admettre, d'après nos observations, que les voies anatomiques auxquelles elle est due existent *ab origine* dans des con-

1. KUSSMAUL und TENNER, *Untersuchungen ueber den Ursprung der fallsuchterartigen Anfalle, sowie der Fallsucht überhaupt* (Moleschott's *Untersuch.*, 1857).

2. L. HERMANN und TH. ESCHER, *Ueber die Krämpfe bei Circulationsstörungen im Gehirn* (Pflüger's *Archiv*, 3).

3. WÜNNER, *medic. Jahrbücher*, 1886.

ditions suffisantes pour permettre une substitution fonctionnelle immédiate et complète.

Nous avons, en relation avec ce dernier fait, deux circonstances bien distinctes. Dans nos expériences, nous voyons l'oblitération de vaisseaux importants par lesquels le sang s'écoule de la cavité crânienne, par exemple, les sinus transverses et les communications extra-crâniennes des sinus caverneux, et ces voies d'écoulement doivent être remplacées, pour que le sang ne s'accumule pas dans la partie des sinus qui est restée libre et secondairement dans toutes les veines de l'encéphale. La substitution se fait, comme nous avons vu, par le moyen des veines ophthalmiques, ainsi que par la voie des veines vertébrales et des veines émissaires restées libres.

Voilà pourquoi il n'y a pas de symptômes cérébraux *généraux*.

Indépendamment de cette circulation collatérale due essentiellement aux nombreuses anastomoses des sinus entre eux, nous avons la compensation qui se fait dans chaque zone de la circulation cérébrale en correspondance des sinus oblitérés.

Le fait que même ces parties primitivement lésées ne présentèrent ni trouble fonctionnel considérable, ni altération anatomique essentielle, démontre qu'elles recevaient assez de sang pour conserver leur vie et leur fonctionnalité, ce qui s'explique facilement par les riches anastomoses du réseau veineux dans toutes les régions de l'encéphale.

Nous avons trouvé, tant à l'examen macroscopique que microscopique, un certain développement des plus gros troncs veineux de la pie-mère, tandis que nous n'avons pas vu un développement anormal dans le réseau capillaire de la pie-mère, ni de la masse cérébrale.

En comparant les cerveaux de nos animaux avec ceux qui étaient dans des conditions normales, on trouvait dans les premiers la substance cérébrale beaucoup plus pâle et comme très anémique.

A l'examen microscopique des cerveaux durcis, nous n'avons pas vu, comme nous avons déjà dit, d'altérations vraiment essentielles dans la structure de la substance cérébrale.

La seule altération que nous ayons rencontrée consistait en un changement de forme des fibres médullaires, que nous avons trouvées un peu grossies et tortueuses, et présentant des nodosités.

Nous ne pouvons pas établir avec précision la valeur pathologique de ce fait, ce qui est d'autant plus difficile qu'on a remarqué des altérations de ce genre dans des cas bien différents. Tout récemment, elles furent aussi considérées comme une conséquence des change-

ments qui s'opèrent après la mort dans le tissu cérébral quand les pièces anatomiques ne sont pas placées immédiatement dans les liquides convenables qui en produisent le durcissement.

A ce sujet, je dois ajouter que, dans nos études, nous nous sommes servi du liquide Müller, dans lequel nous placions nos préparations anatomiques une heure après la mort.

Je ferai de nouvelles recherches sur cette question en me servant du cerveau du chien sur lequel j'ai fait ma dernière expérience et je communiquerai, au besoin, les résultats de mes observations.

Nous pouvons résumer ainsi les conclusions de nos recherches:

1° L'oblitération d'un sinus de la dure-mère ne constitue pas un obstacle à la circulation des territoires cérébraux qui en dépendent et n'y engendre pas de profondes altérations anatomiques.

2° Une zone très étendue du système des sinus (par ex.: tous les sinus de la voûte crânienne) peut être oblitérée, sans que les fonctions de l'encéphale en subissent de graves perturbations. La simple thrombose des sinus de la dure-mère, même très étendue, ne produit, chez le chien, aucun symptôme notable.

3° L'occlusion de toutes les voies d'écoulement de sang de la cavité crânienne tue promptement, produisant ordinairement un accès épileptique.

Toutes ces déductions d'expériences faites sur le chien peuvent-elles s'appliquer à l'homme? Nous ne pourrions pas l'assurer. L'analogie anatomique du système veineux du crâne nous le fait supposer.

L'observation clinique de la thrombose des sinus chez l'homme n'est pas directement contraire à cette idée. On a plusieurs fois observé des cas de cette thrombose sans symptômes importants, et qui n'ont été connus que par la nécropsie.

Ces cas sont peut-être plus fréquents qu'on ne le pense. Ils sont inconnus soit parce qu'il y a guérison, soit parce que, pour n'importe quelle circonstance, l'autopsie ne les révèle pas.

*Les symptômes sérieux de la thrombose des sinus de la dure-mère, chez l'homme, dépendent certainement plus des complications que de l'oblitération de ces vaisseaux considérée isolément.*

## *Sur les dangers immédiats des blessures des sinus de la dure-mère <sup>(1)</sup>.*

EXPÉRIENCES du D<sup>r</sup> PIERRE FERRARI.

Institut de Pathologie générale expérimentale de Vienne.

Les dangers immédiats des blessures des veines en général sont l'hémorragie et l'aspiration de l'air.

En aucune autre partie du système veineux ces dangers sont aussi fort à craindre que dans les sinus de la dure-mère, surtout à cause de la disposition anatomique de leurs parois, qui ne les laisse pas s'affaïsser quand elles ont été ouvertes par une blessure et les tient ainsi constamment béantes.

C'est pourquoi les blessures des sinus furent anciennement considérées comme absolument mortelles, et les chirurgiens évitèrent avec un grand soin la région qu'ils occupent dans l'opération de la trépanation du crâne.

Cependant l'observation clinique a démontré que ces craintes sont vraiment exagérées.

Ainsi M. Graignère (2) vit un cas de blessure grave du sinus longitudinal supérieur produite par la pénétration d'un croc. La forte hémorragie qui s'ensuivit tout d'abord cessa facilement par la simple application d'un bandage compressif, et la guérison s'effectua sans qu'il y eût la moindre complication.

Peu de temps après, on a publié d'autres cas de ce genre, qui ont démontré que l'hémorragie provenant des plaies des sinus cède le plus souvent assez facilement aux moyens hémostatiques les plus simples. Quant à l'aspiration de l'air atmosphérique tant redoutée, elle n'a jamais été observée.

(1) *Archivio per le scienze mediche*. Vol. XII, p. 365.

(2) V. LASSUS, *Sur les plaies du sinus longit.* (*Mémoires de l'Académie de Chirurgie*, 1774).

L'expérience qu'on a acquise de ces divers cas a déterminé une réaction complète dans les idées des chirurgiens à l'égard des plaies des sinus. Quelques-uns d'entre eux, comme Pott, Hoffmann (1), etc., allèrent jusqu'à déclarer que la simple ouverture des sinus est innocente, au point qu'elle pourrait être sans hésitation employée comme moyen thérapeutique.

Pott a en effet pratiqué la saignée du sinus longitudinal supérieur dans quelques cas de congestion cérébrale. La blessure s'est fermée sous un simple bandage et elle s'est guérie sans complications.

Je ne sais pas si l'exemple de Pott a été suivi par d'autres chirurgiens, mais il a certainement contribué à dissiper toute trace des anciennes préventions relativement aux plaies des sinus.

En 1864, Schellmann (2) a étudié la question d'une manière expérimentale. Il fit cinq expériences sur des chiens. Il chloroformisa les animaux, pratiqua au moyen du trépan et de l'ostéotome la résection du crâne au milieu de la suture sagittale et il coupa transversalement le sinus longitudinal au moyen d'une lancette. Il arrêta l'abondante hémorrhagie qui en fut la conséquence par l'application d'une éponge comprimée sur la plaie.

Dans deux cas, l'hémorrhagie, qui tout d'abord avait été assez forte, s'arrêta spontanément après quelques instants.

Trois de ces animaux, chez lesquels la plaie ne s'est pas compliquée, furent tués après 1, 8 et 14 jours.

Dans le premier on trouva, en correspondance de la plaie du sinus, un petit caillot qui bouchait incomplètement le vaisseau.

Dans les deux autres, dont la plaie cutanée était déjà fermée par une cicatrice adhérente au sinus longitudinal sous-jacent, on trouva les parois de ce vaisseau épaissies; mais la cavité en était libre dans toute sa longueur.

Schellmann n'a jamais observé l'entrée de l'air pendant ses opérations.

Depuis ces expériences de Schellmann, la doctrine relative aux plaies des sinus n'a pas subi de modifications importantes pendant une vingtaine d'années.

(1) V. SCHHELLMANN, *Ueber traumatischen Verletzungen der Gehirnsinus*. Dissertation Gießen, 1864.

(2) Ibid.

En 1875, Claude Bernard (1) disait avoir observé, à l'ouverture des sinus de la dure-mère, l'entrée de l'air atmosphérique, qui se serait porté au cœur par la voie des veines vertébrales et de la veine azygos.

Dans la même année, Volkmann (2) a vu un cas de pénétration de l'air dans le sinus longitudinal, ayant immédiatement produit la mort, pendant une opération sur le crâne.

Ce cas est généralement connu, aussi me limiterai-je à en exposer les détails les plus intéressants.

Il y avait, dans l'épaisseur du crâne, vers l'extrémité postérieure de la suture sagittale, une tumeur grosse comme le poing d'un adulte, adhérente à la dure-mère.

On isola la tumeur et l'on fit une incision à la dure-mère. Pendant que le chirurgien délivrait, non sans une très forte hémorrhagie, le néoplasme de ses adhérences avec la faux du cerveau, et que les assistants se hâtaient d'étancher le sang, l'air pénétra dans le sinus longitudinal, produisant le bruit caractéristique, et la mort survint immédiatement.

A l'occasion de cette observation, Genzmer, assistant de Volkmann, entreprit une série d'expériences sur les chiens dans le but d'étudier le phénomène de l'aspiration de l'air.

Il ouvrait le sinus longitudinal supérieur, comme nous avons vu dans les expériences de Schellmann, et laissait saigner la plaie jusqu'à la mort de l'animal, qui arrivait au bout de 12 à 53 minutes.

Dans quelques-unes de ces expériences, Genzmer vit que, lorsque l'hémorrhagie commençait à diminuer, il se faisait une pénétration d'air à travers la plaie du vaisseau.

On pouvait quelquefois provoquer à dessein l'aspiration de l'air, en faisant faire à l'animal, d'une manière artificielle, de profondes inspirations.

Il a conclu que l'aspiration de l'air s'effectue par suite de blessures des sinus quand, à cause d'une forte hémorrhagie et de profonds mouvements inspiratoires, la pression dans l'intérieur des sinus devient négative.

Le cas de Volkmann et les recherches de Genzmer ont excité un

(1) CL. BERNARD, *Leçons sur la chaleur et sur la fièvre*. Paris, 1875.

(2) A. GENZMER, *Arch. f. klinische Chirurgie*, XXI, 1877.

certain intérêt et ont ramené l'attention sur la question des plaies des sinus.

Bergmann (1) s'en est occupé. Il admet que, *dans les conditions normales*, la pénétration de l'air dans les sinus percés par une blessure est *impossible*; et il base son assertion sur les recherches de Cramer (2), d'après lesquelles la pression du sang dans l'intérieur des sinus serait toujours positive; il ajoute que, l'entrée de l'air ne pouvant s'effectuer sans que la pression descende sous zéro, ce sont des circonstances absolument exceptionnelles qui, dans le cas de Volkmann, ont pu l'occasionner.

Les conclusions de Genzmer ont été confirmées par Senn (3) dans une série de 7 expériences sur le chien et sur le cheval. Celui-ci a émis l'hypothèse que, outre l'hémorrhagie et les profondes inspirations, le poids de la colonne du sang puisse aussi déterminer l'aspiration de l'air, l'ayant vue, dans deux cas, après avoir relevé la tête des animaux sur lesquels il avait produit une plaie des sinus.

La question est très importante, et, comme on peut déduire de ce qui précède et particulièrement de l'appréciation de Bergmann, elle n'a pas encore été résolue d'une manière satisfaisante. Aussi ai-je cru convenable de la soumettre à une étude expérimentale un peu plus précise.

Cette question est indubitablement liée d'une manière intime à un problème de physiologie dont on s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps, celui de la pression négative du système veineux en général.

Nous ne voulons pas maintenant faire un examen minutieux des nombreux ouvrages qui ont été publiés sur cette question en général (4), surtout parce que les conditions auxquelles ils se rapportent sont essentiellement différentes de celles que nous trouvons dans les lésions des sinus.

1. BERGMANN, *Die Lehre von der Kopfverletzungen* (Deutsche Chirurgie, I. 30).

2) CRAMER, *Experimentelle Untersuchungen über den Blutdruck im Gehirn*. Leipzig, 1873.

3) S. SENN, *Experimental and clinical study of air embolism*. Philadelphia, 1885.

4) Voyez spécialement les travaux de VOIT et LOSSEN, *Ueber den Druckschwankungen in Lungenvenen in Folge der Herzbewegungen* (Zeitschrift f. Biologie, 1875), et MINO, (Archivio per le scienze mediche, 1878).

Ce qui nous intéresse, c'est de connaître la pression dans un vaisseau ouvert par une blessure, tandis que, dans les recherches physiologiques, on a pour but d'étudier la pression vasculaire dans les conditions normales.

Nous devons observer, dans un sinus qui est le siège d'une plaie, les conditions de la partie *centrale* et celles de la partie *périphérique*. C'est ce que j'eus en vue dans mes expériences, en isolant complètement les deux parties du vaisseau par une ligature et en examinant ce qui arriverait dans chacune d'elles.

Or j'ai déjà pu faire une observation très intéressante à ce sujet, après la simple ligature que j'ai pratiquée en passant un fil, au moyen d'une aiguille, sous le sinus mis à découvert par la résection du crâne.

Les phénomènes que présentent les deux parties du sinus lié sont tout à fait différents.

La partie antérieure du sinus, soit le bout périphérique, se remplissait de sang, en se dilatant considérablement; la partie postérieure ou centrale, au contraire, se vidait d'une grande quantité de celui qu'elle contenait.

Si je coupais les deux parties du sinus ainsi isolé, le sang coulait abondamment de la partie périphérique, tandis qu'il en sortait peu ou qu'il n'en sortait même point de la partie centrale. A cet égard, je vérifiais donc pour le sinus, quoique dépourvu de valvules, ce qu'on observe pour les autres veines.

J'obtenais ce résultat pendant que le chien était fixé sur une table, la tête attachée à une barre située un peu au-dessus.

Pour étudier les conditions de la pénétration de l'air, il importait d'examiner spécialement la pression de la partie centrale. J'ai fait, dans ce but, quatre expériences.

Leur importance consiste donc principalement dans la *détermination directe de la pression*.

A cet effet, j'introduisais et je fixais une petite canule en verre dans chacune des parties du sinus lésé et je la mettais en relation avec un manomètre à eau.

Dans trois cas, j'ai enregistré la pression des sinus et en même temps j'ai examiné celle de l'artère crurale. Dans un cas, je me contentai d'observer le manomètre. Dans deux cas, j'ai examiné successivement la pression des parties centrale et périphérique; dans deux cas, seulement celle de la partie centrale.



Chien du poids de 8 kgr. — Narcose par la morphine.

L'animal est lié à une table, la tête attachée à une barre placée 5 centim. environ au-dessus de cette table. — Résection du crâne. — Ligature du sinus longitudinal. — Introduction de la canule dans la partie centrale.

Pression dans le sinus — — 10 mm.  $H_2O$ .

On observe dans la colonne manométrique de petites oscillations d'environ 1 mm. synchrones avec les mouvements respiratoires. — La colonne s'élève pendant les inspirations et descend pendant les expirations.

Dans les inspirations forcées, l'oscillation est d'environ 2 mm.

Les pulsations du cœur déterminent aussi dans la colonne liquide de faibles oscillations qui se manifestent sous la forme d'un frémissement de la surface.

On soulève la tête de l'animal: Pression — — 18 mm.

Si l'on soulève le tronc, la pression négative disparaît et elle est remplacée par une pression positive.

Le minimum de la pression du sinus central a donc été, dans cette expérience, — 18 mm.  $H_2O$ .

Cette expérience, avec trois autres que nous ne pouvons pas exposer ici, démontre que, dans la partie centrale d'un sinus lésé, on peut, même dans les conditions tout à fait normales, vérifier une pression négative.

Les changements de position de l'animal peuvent modifier cette pression. Quand on soulève la tête de l'animal, la pression descend à un minimum notable, tandis qu'elle monte au dessus de zéro, si l'on abaisse la tête sous le niveau du corps.

Voilà une preuve que le poids du sang, ou, en d'autres termes, la hauteur de la colonne sanguine, a, dans les conditions indiquées, une très grande importance comme cause de la pression négative.

Nous devons ajouter que la pression négative de la partie centrale du sinus devenait toujours positive, si l'on produisait une stase des veines de la tête, ce qu'on obtenait très facilement en comprimant les veines du cou.

L'occlusion des voies respiratoires modifiait aussi la pression du sinus. En arrêtant la respiration à la fin d'un mouvement inspiratoire, on avait ordinairement une augmentation de la pression.

On avait, au contraire, une diminution, en fermant les voies respiratoires à la fin de l'expiration. Ces oscillations variaient, dans les diverses observations, de 10 à 20 mm.

Certainement, ces conditions ne doivent pas être considérées comme

normales, mais comme elles peuvent se présenter dans les cas pratiques, elles ont une certaine valeur.

Pour ce qui regarde l'exécution des expériences, nous devons noter que celles-ci, dans les conditions indiquées, présentent bien des difficultés, qui peuvent par elles-mêmes modifier le résultat de l'expérimentation.

Ainsi, dans un cas relatif à la partie centrale du sinus, on trouva au commencement de l'expérience une pression constante  $= 0$ . On vit, dans ce cas, que de grosses veines diploïques, qui étaient ouvertes en correspondance de la solution de continuité des parois crâniennes, venaient déboucher, dans le sinus, immédiatement sous la canule. Il est naturel qu'avec cette communication avec le milieu ambiant le manomètre ne pût indiquer aucune oscillation de pression ni au-dessus de zéro, ni au-dessous. A peine avait-on bouché l'ouverture de la veine avec de la cire, que le manomètre marquait aussitôt une pression négative.

Un autre inconvénient, qu'on rencontre facilement dans ces recherches, c'est la formation de caillots dans la partie centrale du sinus, au-dessous de la canule. — On peut facilement obvier à cet inconvénient, en injectant dans le sinus une solution indifférente.

La contradiction apparente entre mes recherches et celles de Cramer dépend de ce que cet expérimentateur a introduit la canule manométrique dans la veine faciale postérieure vers l'embouchure du sinus transverse, et il a mesuré ainsi la pression du torcular d'Hérophile dans les conditions normales.

Dans mes expériences, au contraire, je cherchais à obtenir les conditions les plus semblables aux cas pathologiques des plaies des sinus, et je pouvais ainsi constater que, *dans la partie centrale d'un sinus ouvert par une blessure, on peut trouver, en rapport avec l'élévation de la tête et dans des conditions de circulation et de respiration tout à fait normales, une pression négative considérable* ( $-54$  mm. d' $H_2O$  dans le chien).

Comme nous l'avons vu dans la pratique, la pénétration de l'air est très rarement, ou mieux, exceptionnellement une conséquence des plaies des sinus.

Nous avons l'explication de ce fait dans les conditions anatomiques des sinus.

*La propriété qu'ont ces vaisseaux de rester ouverts après les blessures*

*tures et leur solide connexion avec les feuillets de la dure-mère, ainsi qu'avec les os du crâne, bien loin de constituer des circonstances défavorables, présentent au contraire les meilleures garanties à l'égard du danger de l'entrée de l'air atmosphérique, parce qu'elles conservent le parallélisme des bords de la plate vasculaire et contribuent ainsi d'une manière très efficace à rétablir la circulation dans ses conditions normales.*

*Ces circonstances expliquent aussi la facilité avec laquelle on obtient ordinairement l'hémostase dans les plaies des sinus.*

On peut conséquemment comprendre qu'une ligature ou compression de la partie périphérique du sinus percé par une blessure doit augmenter le danger de la pénétration de l'air, tandis que l'occlusion de la partie centrale doit augmenter le danger de l'hémorrhagie.

Ces dangers doivent aussi augmenter tous deux, dans les mêmes circonstances, lorsque, pour n'importe quel motif, les deux parties du vaisseau lésé ont perdu leurs rapports.

Ces déductions peuvent évidemment trouver bien des applications pratiques, non-seulement à l'égard des plaies des sinus, *mais aussi par rapport aux plaies des veines en général.* La grande influence de l'élévation de la partie au-dessus du niveau du cœur, comme cause de pression négative et par conséquent comme condition occasionnelle de pénétration d'air dans les veines, doit particulièrement être prise en considération par les chirurgiens dans leurs opérations et dans le traitement des plaies en général.

Je profite de cette circonstance pour remercier M. le Professeur Striker d'avoir mis son laboratoire à ma disposition; j'adresse aussi mes remerciements au Dr Gärtner, directeur de la section expérimentale, pour ses conseils et sa coopération dans mes expériences.

## Sur l'excitabilité de la substance grise dans la zone motrice de l'écorce cérébrale (1).

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE du Dr V. A D U C C O

Aide au laboratoire de Physiologie de l'Université de Turin.

Dans la physiologie des centres moteurs de l'écorce cérébrale il y a un point qui est demeuré controversé jusqu'ici. Quelques expérimentateurs pensent que l'action d'une excitation électrique, appliquée sur un point quelconque de la zone psycho-motrice, ne se limite pas à la substance grise, mais s'étend à la substance blanche sous-jacente. D'autres, au contraire, soutiennent que les phénomènes de mouvement consécutifs à l'excitation de la zone psycho-motrice sont une manifestation de l'activité cellulaire de la substance grise.

J'ai fait quelques expériences dans le but de résoudre la question dans un sens ou dans l'autre.

Dans une première série d'expériences, je découvrais la zone psycho-motrice sur des chiens chez lesquels le tendon du muscle extenseur de la patte antérieure de l'autre côté était mis en communication avec un levier écrivant. Je cherchais le point qui, excité par un courant induit, produisait l'extension de la patte et j'établissais quelle était l'excitation *minimum* capable de produire cet effet. Je déterminais, en outre, dans quelle mesure il était nécessaire d'augmenter l'intensité du courant induit pour qu'il s'étendit aux zones environnantes en provoquant des mouvements dans d'autres groupes musculaires. Puis j'appliquais sur ce point du chlorhydrate de cocaïne en poudre ou en solution à 10 %, de solution de chlorure de sodium à 0,75 % (en en imbibant un petit morceau d'éponge ou d'ouate) ou sous forme d'onguent (avec vaseline, lanoline). Quelques minutes après il était nécessaire d'augmenter considérablement l'intensité de l'excitation pour avoir une réaction. Parfois même on n'obtenait plus la réaction que lorsque l'excitation était forte au point de s'étendre évidemment aux parties environnantes et aux parties sous-jacentes. Si cependant on

(1) Communication faite à l'Académie R. de Méd. de Turin, dans la séance du 7 décembre 1888.

faisait pénétrer les électrodes jusqu'à la substance blanche, alors le muscle extenseur répondait, même en employant une excitation plus faible que celle qui, tout d'abord, avait été nécessaire pour provoquer une réaction. Lorsque, sans faire pénétrer profondément les électrodes, on augmentait le courant jusqu'au point où, avant l'action de la cocaïne, il y avait diffusion, il se produisait des crampes diffuses.

Après un certain temps, variable selon la quantité de poison employé et la durée de l'action, les choses revenaient à l'état normal et l'excitation initiale *minimum* redevenait active même appliquée à la superficie de l'écorce.

De ces expériences il résulte que, en correspondance de ce qu'on appelle la zone psycho-motrice, il y a des éléments qui, lorsqu'ils sont excités par un courant induit, peuvent envoyer ou transmettre des impulsions centrifuges à certains groupes musculaires, et que le chlorhydrate de cocaïne est capable d'en supprimer ou d'en diminuer temporairement l'excitabilité.

Il résulte aussi que l'action du poison ne s'étend pas aux couches profondes de l'écorce, puisque, en y plongeant les électrodes excitatrices, il y avait réaction.

Cette localisation de l'action cocaïnique aux couches superficielles du cerveau et la consécutive inexcitabilité aux excitants qu'on y appliquait peuvent s'expliquer de deux manières :

1° Le chlorhydrate de cocaïne a agi uniquement comme un poison de la substance grise en en affaiblissant ou en en supprimant l'excitabilité. Dans ce cas la question que je m'étais proposée serait résolue dans un sens favorable à l'existence de localisations motrices dans la substance grise.

2° Le chlorhydrate de cocaïne a agi en augmentant la résistance électrique des couches corticales avec lesquelles il est venu en contact. Mais cette seconde supposition tombe en face du fait que, tant avant qu'après l'action de la cocaïne, il fallait augmenter d'une quantité égale l'intensité du courant électrique pour qu'il y eût diffusion.

Reste donc la première hypothèse, laquelle est encore confirmée par la seconde et par la troisième série d'expériences.

Dans la seconde série d'expériences on isolait, sur une certaine longueur, un des nerfs sciatiques d'une grenouille et on y appliquait des électrodes de platine *ad hoc*. Ensuite on déterminait quelle était la plus petite excitation électrique capable de faire contracter le muscle gastrocnémien mis en communication, au moyen de son ten-

don, avec un myographe. Puis on faisait agir le chlorhydrate de cocaïne sur le trait de nerf qui était placé au dessus des électrodes et sur celui qui se trouvait entre les électrodes et le muscle. Enfin, en variant l'intensité de l'excitation, on recherchait quelle modification était survenue dans l'excitabilité du nerf moteur.

De cette manière, j'ai pu me convaincre que l'action de la cocaïne est beaucoup plus lente, beaucoup moins énergique sur les fibres nerveuses motrices qu'elle ne l'est sur l'écorce cérébrale. A cet égard on peut considérer la cocaïne comme relativement inactive, et l'on peut dire que les fibres des nerfs centrifuges se montrent, dans une certaine mesure, réfractaires à l'action de cet alcaloïde (1).

Enfin, dans une troisième série d'expériences (à peine commencées et que je me propose de continuer), je trouvai que le chlorhydrate de cocaïne agit faiblement, ou même n'agit point, sur la substance blanche cérébrale mise à découvert en enlevant la partie de l'écorce qui est au dessus. Par exemple, si l'on appliquait le chlorhydrate de cocaïne à 10 % sur l'écorce au niveau du centre de l'orbiculaire des paupières, il fallait ensuite augmenter considérablement l'excitation pour avoir réaction. Après avoir enlevé la substance grise et appliqué le poison sur la substance blanche, on trouva que le même excitant employé auparavant était encore actif.

De ces recherches il résulterait donc que *les réactions motrices, qui s'obtiennent en appliquant un courant induit sur des zones déterminées de l'écorce cérébrale, sont dues à l'excitabilité de la substance grise.*

La partie qui regarde la littérature de la question et les particularités relatives à la méthode employée et aux expériences exécutées seront publiées dans le mémoire complet. Toutefois je dois avertir dès à présent que d'autres expérimentateurs ont déjà étudié l'action de la cocaïne sur l'écorce cérébrale et sur les nerfs moteurs, mais isolément, c'est-à-dire sans mettre en rapport les résultats obtenus pour expliquer l'excitabilité de la substance grise, et avec des méthodes expérimentales quelque peu différentes de celles que j'ai employées dans mes recherches.

---

(1) En étudiant l'action locale de la cocaïne sur le nerf vague j'obtins des résultats qui diffèrent de ceux que je viens de rapporter; mais je me propose de publier sous peu une autre note sur cette question.

## *Les phénomènes vasculaires de la fièvre*

par le prof. E. MARAGLIANO de Gênes (1).

---

Ce fut dans un travail publié en 1863 que Traube exposa nettement sa doctrine par laquelle il établit que, dans la fièvre, il y a tout d'abord, comme fait primordial, un spasme des vaisseaux périphériques, une limitation consécutive de la circulation du sang à la superficie de la peau et des muqueuses, et par conséquent diminution de perte de calorique.

Dans la doctrine de Traube, il y a deux points qu'il est nécessaire d'examiner séparément. Avant tout, la constriction vasculaire affirmée par lui, en second lieu la rétention du calorique comme conséquence du spasme vasculaire.

Occupons-nous tout d'abord du premier point.

Qu'il pût y avoir, au début de la fièvre, un spasme des vaisseaux, c'est ce que, déjà avant Traube, un très grand nombre d'observateurs avaient entrevu, et on trouve des traces très nombreuses de cette doctrine chez les pathologistes anciens. Personne cependant ne l'avait mentionnée d'une manière aussi claire, aussi précise que Traube.

Mais ce spasme des vaisseaux existe-t-il réellement dans la fièvre ?

On a beaucoup discuté sur cette question, sans arriver jamais à une conclusion précise ; beaucoup nièrent absolument la constriction vasculaire affirmée par tant d'observateurs, quelques-uns même, comme Auerbach (2), poussèrent la négation jusqu'à ne pas même admettre qu'il y eût une constriction vasculaire dans la première période de la fièvre dans le stade du froid.

D'autres adversaires moins acharnés du spasme vasculaire le concédèrent pour ce qui regarde la période du froid, mais seulement lorsque l'invasion de la fièvre se produit avec des frissons ; du reste

---

(1) *Archivio italiano di clinica medica*, 1868.

(2) AUERBACH, *Erwägungen über die Ursachen der Eigenwärme* (*Deutsche Klinik*, 1864, N. 22-23).

ils le nièrent dans toutes les autres périodes de l'état fébrile et dans les fièvres où l'invasion n'est pas accompagnée de frisson.

Ils firent ainsi de la constriction vasculaire, non un phénomène essentiel de la fièvre, mais seulement un des phénomènes par lesquels la fièvre se manifeste lorsque déjà l'invasion du processus fébrile a eu lieu. Ainsi, par exemple, Marey admet la constriction des vaisseaux, mais seulement comme un phénomène secondaire, consécutif à la dilatation et déterminé par le défaut d'équilibre entre la température périphérique et celle de l'ambiant (1).

Marey raisonne ainsi : dans la fièvre il commence par se produire une dilatation des vaisseaux périphériques; cette dilatation détermine un afflux plus considérable de sang à la peau, sang plus chaud qui donne lieu à un réchauffement plus grand de la superficie cutanée, et alors il se produit un défaut d'équilibre entre la température cutanée et celle de l'air ambiant. La température ambiante plus froide, en agissant sur la peau qui a une température plus élevée, détermine par voie secondaire la constriction des vaisseaux.

Comme on le voit, la manière dont Marey comprend les phénomènes vasculaires de la fièvre est évidemment aux antipodes de celle dont Traube les entend.

Traube fait des phénomènes vasculaires le fait nécessaire du processus fébrile; il base le développement et l'augmentation de température sur la constriction des vaisseaux et sur la diminution consécutive de dispersion du calorique affirmée par lui; Marey, au contraire, fait des phénomènes vasculaires un fait secondaire. J'insiste sur cette divergence, parce que, en lisant le travail de Marey: *Sur la circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies*, de 1885, travail dans lequel il a refait son premier publié en 1863, je trouve que, dans une note, page 562, l'auteur se plaint de ce qu'on attribue à Traube la doctrine qui établit un rapport entre la fièvre et les phénomènes vasculaires. Il dit: « Dans mon travail de 1863, et plusieurs mois avant que Traube ne publiât son article dans le *Allgemeine medic. cent. Zeitung*, j'ai exposé la doctrine vasculaire de la fièvre; je m'étonne donc de voir que cette doctrine ait été attribuée à Traube ».

Evidemment cette réclamation de Marey est incompréhensible, parce

---

(1) *Physiologie médicale de la circulation*. Paris, 1863, p. 358 et suiv.



que sa doctrine est différente de celle de Traube. La manière de voir de Marey eut des partisans; Baumler (1), par exemple, admet lui aussi la constriction des vaisseaux dans la fièvre, mais comme conséquence de l'excessive sensibilité des vaisseaux cutanés dilatés. Comme on le voit, c'est une répétition de la doctrine même de Marey; il est donc manifeste que, dans l'état actuel de la science, la part que les phénomènes vasculaires ont dans la physio-pathologie de la fièvre est controversée, et personne d'ailleurs, pas même Traube, n'a jamais eu une idée exacte sur le rapport chronologique qui existe entre la constriction des vaisseaux et l'élévation de la température.

Cette incertitude se comprend très bien, parce que l'unique donnée que possédait Traube pour évaluer la constriction des vaisseaux dans la fièvre était prise d'une observation très superficielle, c'est-à-dire de l'apparition du frisson. Ainsi, il était obligé de faire du frisson l'unique signe appréciable de la constriction survenue.

Mais on observa que l'élévation de la température peut précéder et souvent précède le frisson. La pathologie possède, à cet égard, une série d'observations classiques de Sidney Ringer (2), lequel a étudié le rapport chronologique de l'apparition du frisson avec l'élévation de la température. Il trouva que, dans certains cas, le frisson apparaissait lorsque la température s'élevait déjà depuis une heure.

Des observations semblables répétées par d'autres portèrent un grand coup à la théorie de Traube. Ces incertitudes et ces désaccords provenaient du manque de moyens positifs et précis pour observer d'une façon directe la manière de se comporter des vaisseaux par rapport à la fièvre et à ses différentes périodes.

Une tentative intéressante fut faite à ce sujet par Senator, mais naturellement dans un champ très restreint (3). Senator observait dans les oreilles des lapins et des chiens, chez lesquels il avait déterminé artificiellement des élévations de température, une série progressive de constriction et d'élargissements des vaisseaux, et par suite de ces observations il en était arrivé à la conclusion suivante : que, dans l'acmé de la fièvre, les vaisseaux de la peau se trouvent, tantôt

(1) BAUMLER, *Ueber das Verhalten der Hautarterien in der Fieberhitze* (*Centralblatt f. die medizinischen Wissenschaften*, 1873).

(2) *Méd. Clin. Transaction*, 1859.

(3) SENATOR, *Untersuchungen über den fieberhaften Prozess und seine Behandlung*. Berlin, 1873, p. 152.

dans un état de dilatation paralytique, tantôt dans un état de constriction tétanique, états qui s'alternent toujours les uns avec les autres, de façon qu'il y a tantôt constriction et tantôt dilatation. Comme on le voit, si l'on pouvait regarder comme ingénieux le moyen auquel Senator avait eu recours pour étudier la manière de se comporter du calibre des vaisseaux dans le processus fébrile, il fallait pourtant reconnaître qu'il n'était pas capable d'amener à des conclusions satisfaisantes.

Et tout d'abord on ne peut oublier, devant des recherches de cette nature, que les vaisseaux des oreilles des lapins, comme ceux des membranes interdigitales des grenouilles et des membranes des ailes de la chauve-souris, présentent des oscillations rythmiques de leur tonus. Ces oscillations rythmiques physiologiques, signalées d'abord par Schiff (1) pour les vaisseaux de l'oreille du lapin et étudiées ensuite par Callenfels (2) sous la direction de Donders et, plus récemment, par Mosso (3), autorisent certainement beaucoup d'incertitude sur la valeur des observations de Senator.

Il est bien vrai que Senator ne s'est pas dissimulé cette difficulté et qu'il a cru pouvoir l'écartier en s'entourant de nombreuses précautions dans le but d'éliminer l'influence d'agents extérieurs sur la production de ces phénomènes vasculaires et en faisant des comparaisons entre le lapin apyrétique et le lapin fébricitant, mais Mosso, qui après Senator a fait des travaux entourés des mêmes précautions, a vu une telle variabilité dans ces faits qu'il en a conclu que les mouvements des vaisseaux sanguins dans l'oreille du lapin sont en rapport avec les émotions et avec l'état psychique de l'animal.

Quoi qu'il en soit cependant, cette tentative de Senator fut la seule dirigée vers ce but. Une nouvelle période dans l'étude des phénomènes vasculaires de la fièvre commence sans doute avec les études entreprises dans notre Clinique.

Depuis que Senator avait publié son dernier travail, la technique

---

(1) SCHIFF, *Arch. f. physiolog. Heilk.*, 1854, Bd. XIII, p. 523 et *Comptes rendus*, 1854, année XXXIX, p. 508.

(2) Voir VAN DER BEKE CALLENFELS, *Zeitschrift f. rat. Medicin.* N. F., 1855, Bd. VII, p. 157.

(3) Mosso, *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo* (*R. Accad. dei Lincei*, Roma, 1880, pp. 66-68).

expérimentale s'était enrichie d'un précieux instrument, destiné à démontrer d'une manière précise la moindre modification du calibre des vaisseaux. Cet instrument est le pléthysmographe du prof. Mosso. Je me dispense d'en donner la description détaillée, parce qu'il est maintenant universellement connu.

Avant Mosso, on avait des appareils destinés à évaluer le contenu sanguin des extrémités et ses oscillations, parmi lesquels ceux de Chelius, de Fich et de Franck, mais ces instruments, comme il résulte clairement de la critique brillante qu'en a faite Mosso, donnaient tous lieu à des résultats erronés, parce qu'ils n'éliminaient pas un des grands facteurs de perturbation de l'innervation vasculaire donnée par la colonne liquide qui, dans ces instruments, pesait sur la superficie des vaisseaux. Mosso a éliminé ces inconvénients (1).

Les premières recherches faites dans notre clinique furent exécutées par mon assistant, le prof. Queirolo. Après lui, d'autres de mes collaborateurs s'occupèrent de cette question; le D<sup>r</sup> Predazzi et les élèves Gaida et Torelli y ont travaillé.

Les appareils dont nous nous sommes servis sont des pléthysmographes à eau.

En exécutant nos recherches, nous nous sommes toujours entourés de toutes les précautions nécessaires suggérées par Mosso pour éviter toute erreur possible.

La nature de nos recherches exigeait des observations prolongées pendant de longues heures, telles qu'elles n'avaient pas encore été pratiquées, pas même par Mosso lui-même; il était donc opportun, avant tout, de bien déterminer quelles pouvaient être les oscillations que l'on aurait à observer physiologiquement sur des sujets sains durant des observations prolongées.

Cette première série de recherches fondamentales fut faite par le docteur Queirolo, et il en résulte que, chez les individus apyrétiques qui ne sont soumis à l'action d'aucun remède, en conditions normales, on n'a pas d'oscillations très notables. — Nous ne donnerons ici qu'un seul des exemples qui sont rapportés dans le mémoire original.

En reproduisant nos observations, nous avons évalué, avec le chiffre

(1) Mosso, *Sur une nouvelle méthode pour inscrire les mouvements des vaisseaux sanguins chez l'homme* (*Archives de physiologie normale et path.*, 1876, p. 175, et *Archives italiennes de Biologie*, t. V, p. 133).

fixe de 100, le point de départ de l'échelle, en marquant ensuite en plus ou en moins les augmentations et les diminutions observées, chaque point d'oscillation équivalant à 1 ctm. cube d'eau déplacé par la modification du contenu des vaisseaux.

*Observation.* — Sujet de 14 ans, affecté de polyarthrite rhumatismale chronique. Apyrétique. Il a pris sa nourriture habituelle à 7 heures du matin.

A 9 heures  $\frac{1}{2}$ , le pléthysmographe fonctionne parfaitement.

Heures	Volume des vaisseaux	Température
10.— du mat.	100	37°,1
10.30	98	37°,1
11.—	99	37°,1
11.30	100	37°,1
12.—	99	36°,8
12.30	100	36°,8
1.—	100	36°,8
1.30	95	36°,8
2.—	95	36°,9
2.15	90	36°,9
2.30	85	36°,9
2.45	83	36°,9
Le malade mange. 2.45	83	36°,9
3.30	90	36°,8
4.—	90	36°,8
4.10	90	36°,8
4.15	91	36°,8
4.30	91	37°,1
4.45	91	37°,1
5.15	92	37°,1

Comme il résulte de cette observation et de beaucoup d'autres analogues que nous possédons, à mesure qu'on s'éloigne du dernier repas, la quantité de sang contenue dans les extrémités diminue, tandis qu'il augmente progressivement de nouveau après le repas. La température suit les oscillations du calibre vasculaire.

Ces connaissances fondamentales ainsi obtenues, nous avons dirigé nos études dans le but de rechercher, en premier lieu, la manière de se comporter des vaisseaux cutanés par rapport à l'invasion spontanée de la fièvre et par rapport à la disparition spontanée de la fièvre; en second lieu, leur manière de se comporter dans la dispa-

rition de la fièvre obtenue au moyen de substances antipyrétiques et dans l'invasion successive de la fièvre.

La première série de recherches (c'est-à-dire, relatives au mode de se comporter des vaisseaux dans l'invasion spontanée de la fièvre et dans la disparition spontanée de la fièvre) a démontré, d'une manière claire et évidente, que les vaisseaux cutanés commencent à se resserrer alors que la température n'est pas encore augmentée : à mesure que la constriction s'accroît, la température commence à croître ; lorsque la constriction a atteint son acmé, la température atteint également la sienne ; puis, quand la température s'abaisse, nous voyons que cet abaissement est précédé d'une dilatation des vaisseaux, et ensuite, lorsque la dilatation des vaisseaux cutanés a atteint son point culminant, nous voyons aussi le chiffre thermique toucher le normal.

Le frisson apparaît après que la constriction des vaisseaux est déjà commencée depuis quelque temps.

Nous donnons comme exemples les observations suivantes prises parmi un grand nombre que nous possédons.

*1<sup>re</sup> Observation.* — Sujet robuste de 35 ans, affecté de fièvre intermittente miasmatique à type tierce. A 11 h. du matin il prend son repas habituel.

A 12,30 on applique le pléthysmographe.

	Heures	Volume des vaisseaux	Température
	12.30 soir	100	37°0
	12.45	100	37°0
	1.—	101	37°0
	1.05	95	37°0
	1.15	87	37°3
	1.30	82	37°6
Frissons.	1.40	78	37°8
Fin des frissons.	1.55	70	38°3
	2.05	62	39°0
	2.20	54	39°8
	2.40	50	40°5
	2.50	50	40°7
	3.—	52	40°5
	3.15	64	40°3
	3.30	65	40°3
	3.45	74	40°0
	4.05	80	39°8

L'observation pléthysmographique est suspendue, mais l'observation thermométrique démontre que la température continue à tomber, de telle sorte que, à 6 heures du soir, il y a apyrexie complète.

*II<sup>e</sup> Observation.* — Sujet de 28 ans, affecté de fièvre intermittente miasmatique à type quotidien. Il a pris sa nourriture ordinaire à 7 h. du matin. On applique le pléthysmographe à 9 h. et il est complètement équilibré à 9,30.

	Heures	Volume des vaisseaux	Température
	9.30 du mat.	100	37°,0
	9.40	96	37°,2
	9.50	93	37°,4
Légers frissons.	10.—	87	37°,7
Forts frissons.	10.10	82	38°,3
Les frissons contin <sup>t</sup> .	10.20	79	39°,1
	10.35	70	39°,4
	10.45	68	39°,7
	11.—	60	39°,9
	11.15	62	40°,3
	11.30	60	40°,6
	11.45	68	40°,6
	12.— soir	76	40°,6
	12.15	74	40°,6
	12.30	78	40°,5
	12.45	82	40°,3
	1.—	87	40°,4
	1.15	90	40°,2
	1.30	96	40°,0
	2.—	108	40°,0
	2.30	120	40°,0
	3.—	126	39°,8
	3.30	135	39°,7
	4.—	138	39°,5
	4.30	143	39°,4
	5.—	149	38°,9

On suspend l'observation pléthysmographique et on continue les observations thermométriques. La fièvre continue à tomber, présentant progressivement les chiffres suivants:

5.30	38°,8
6.—	38°,4
6.30	37°,6
7.—	36°,9

*III<sup>e</sup> Observation.* — Sujet de 15 ans, affecté de fièvre paludéenne.

	Heures	Volume des vaisseaux	Température
Frissons.	7.—	100	37°,2
	7.30	97	37°,2
	7.45	93	37°,2
	8.—	94	38°,2
	8.20	88	38°,4
	8.40	82	38°,4
	9.—	79	39°,9
	9.15	76	39°,9
	9.30	68	39°,9
	9.45	96	40°,3
	9.50	76	40°,3
	10.—	78	40°,3
	10.10	81	40°,3
	10.20	81	40°,3
	10.50	86	40°,5
	11.05	91	40°,5
	11.15	97	40°,5
	11.50	110	39°,8
	12.10	118	39°,8
	12.25	118	39°,8
	12.45	123	39°,8
	1.05	129	39°,8

La seconde série de nos recherches démontre que toutes les substances antipyrétiques abaissent la température, bien qu'elles déterminent une dilatation des vaisseaux, et que quand leur action antifebrile est épuisée et que la fièvre revient de nouveau, cette reprise est précédée d'une nouvelle constriction des vaisseaux qui s'étaient dilatés auparavant et qui étaient demeurés ainsi tant que l'apyrexie avait duré.

Pour plus de brièveté nous ne rapportons pas ici les tableaux des expériences publiés dans le mémoire original. Ces expériences com-

204 E. MARAGLIANO — LES PHÉNOMÈNES VASCULAIRES DE LA FIÈVRE  
prennent la kaïrine, l'antipyrine, la thalline, les sels de quinine, le  
salicylate de soude, l'acétanilide et la phénacétine.

De tout l'ensemble de nos recherches pléthysmographiques, la fonction des vaisseaux dans la physio-pathologie de la fièvre reste démontrée, pour la première fois, d'une façon positive, et elle prend une importance toute spéciale.

Le concept de Traube est ainsi expliqué et celui qui a trait au rapport du frisson avec les phénomènes vasculaires est en partie corrigé.

---



## GAETANO SALVIOLI

---

Le 22 octobre 1888 mourait à Gênes, où il était professeur de pathologie générale, le docteur GAETANO SALVIOLI. Il était dans toute la force de ses 36 ans lorsqu'il fut atteint de la fièvre typhoïde à laquelle il devait succomber, et il est mort lorsque la maladie paraissait vaincue, et que les siens, dans la joie de le voir convalescent, avaient déjà oublié toutes les angoisses endurées !

GAETANO SALVIOLI naquit à Modène, le 28 octobre 1852, d'une famille de modeste fortune, et c'est à Modène même qu'il fit toutes ses études et qu'il obtint, dans l'été de 1875, le diplôme de docteur. — Dès, lorsqu'il était étudiant, son talent et son amour du travail avaient été remarqués par les professeurs Puglia et Manfredi de l'Université, de sorte que dès ce moment, sous leur direction, dans les Instituts de physiologie et d'oculistique, il avait commencé à connaître les instruments et les méthodes de recherche, et avait même eu la facilité de conduire à bon terme quelques études originales sur l'action de l'alcool et sur certaines tumeurs de l'œil.

Après avoir obtenu le diplôme de docteur, il put se consacrer tout entier à la science, parce que, tantôt avec le traitement du gouvernement obtenu au concours, tantôt comme assistant, il put fréquenter les laboratoires dans lesquels il pensait qu'il pourrait le mieux enrichir ses connaissances scientifiques. En effet, nous le voyons, en 1876, 1877 et 1879, dans le laboratoire de pathologie générale de Bizzozero, à Turin, en 1878, dans le laboratoire d'anatomie pathologique de Foà,

à Modène, et, en 1880, dans le laboratoire de physiologie de Ludwig, à Leipsick. — C'est ainsi que, cultivant des sciences diverses, habituant son esprit à observer avec attention et précision, et l'exerçant dans l'art difficile de varier les expériences et d'en inventer de nouvelles suivant le but où l'on tend, il acquit cette large base de connaissances qu'il sut si bien mettre à profit dans le développement successif de son activité scientifique.

Étant entré, si bien préparé, dans la carrière de l'enseignement, on ne doit pas s'étonner qu'il y soit arrivé, en quelques années, aux postes les plus élevés. — Après avoir été nommé, à Modène, enseignant privé d'histologie normale, en 1877, et d'histologie pathologique, en 1878, il entra, au même titre, dans notre Corps Enseignant en 1879. Ensuite, il fut successivement, prosecteur du manicomio R. de Turin, professeur de pathologie et d'anatomie pathologique à l'École Vétérinaire R. de Milan, professeur de pathologie à l'Université de Parme, et, en dernier lieu, en 1882, il obtint, au concours, comme toujours, la place de professeur ordinaire de pathologie à l'Université R. de Gênes. Il demeura à Gênes jusqu'à l'époque de sa mort, et là, il fut aussi chargé, pendant cinq ans, de l'enseignement de l'anatomie pathologique, et il fit des cours libres de microscopie clinique et d'histologie. — C'est précisément dans cette période agitée de sa vie que se manifestent davantage son activité et sa passion pour le travail. Il passe d'une ville à l'autre, change d'emploi, d'enseignement, d'écoules, et néanmoins il trouve toujours le temps de poursuivre ses recherches ou de les faire continuer par de nouveaux élèves !

Le catalogue joint, en appendice, à cette notice, énumère la longue liste de ses travaux. Ici je ne ferai que donner un aperçu de ceux auxquels la mémoire du pauvre SALVIOLI me semble plus étroitement attachée.

Dans une série de recherches faites avec Bizzozero (n. 8, 9, 10 du catalogue), il étudia la structure des séreuses humaines, et spécialement la manière de se comporter, envers les lymphatiques sous-jacents, de cette membranule limitante que Bizzozero, quelques années auparavant, avait démontrée comme constituant la limite sous-épithéliale des séreuses mêmes. Les points où les lymphatiques sont plus superficiels et plus amples furent déterminés, et là, on trouva que la limitante, entièrement continue ailleurs, est percée de nombreux trous. Sur ces points donc, la lumière du lymphatique n'est séparée de la cavité de la séreuse que par deux couches cellulaires, entre lesquelles

s'étend la limitante perforée: l'une de ces couches est l'épithélium de la séreuse, l'autre l'endothélium du lymphatique; ni l'une ni l'autre, cependant, ne présente aucune espèce d'ouverture ou stomate. C'est par ces trous de la limitante que, passant entre cellule et cellule de l'épithélium et de l'endothélium, les granules ou les éléments morphologiques existant dans la cavité de la séreuse pénètrent dans les lymphatiques, et c'est par eux que passent les éléments des tumeurs, comme cela fut, plus tard, démontré par SALVIOLI même (n. 11).

Très attentives aussi furent les recherches que SALVIOLI fit sur les lymphatiques du cœur (n. 12), et qui amenèrent à la démonstration d'un beau réseau de vaisseaux disposé entre les faisceaux musculaires. Il se mettait ainsi en opposition avec l'opinion alors établie, que dans le myocarde, il n'y avait pas de véritables vaisseaux lymphatiques, mais une lacune lymphatique constituée par tout espace, tout interstice existant entre les vaisseaux sanguins et les éléments propres du muscle cardiaque.

Avec Foà, il étudia les altérations qui se produisent dans le foie des différents animaux par suite de la ligature incomplète de la veine porte (n. 15), et il mit en évidence la différence qui existe entre elles et la cirrhose commune de l'homme. Ils recherchèrent aussi (n. 14) les conséquences que produit la ligature du cholédoque, et ils virent que, chez quelques animaux, il se produit une destruction de groupes de cellules hépatiques, causée par la stagnation de la bile, et provoquant, à son tour, une hépatite interstitielle réactive avec néoformation de canalicules biliaires. — Le travail publié sur le même sujet et avec des résultats identiques par Beloussow, cinq ans après, fut qualifié de plagiat par SALVIOLI (n. 14).

Il s'occupa aussi, à plusieurs reprises, de la physiologie du sang. Dans des recherches faites avec Foà (N. 19), il fut clairement établi que la rate, durant la dernière période de la vie intra-utérine, est un organe producteur des globules rouges. Dans d'autres recherches, faites avec Bizzozero (N. 24), il fut démontré que l'on peut obtenir le rétablissement de cette fonction de la rate chez les animaux adultes, lorsque ceux-ci ont été rendus fortement anémiques par des saignées répétées. Avec Bizzozero également (N. 25), il étudia les modifications relatives que présente l'hémoglobine après la saignée, en se servant du chromo-cytomètre, dont l'emploi exige peu de sang, et qui permet ainsi de faire des examens répétés et d'obtenir des résultats plus précis que ceux obtenus auparavant par d'autres expérimentateurs. C'est

ainsi qu'on détermina pendant combien de temps continue, après la saignée, la pénétration, dans le sang, du liquide interstitiel des tissus, et qu'on démontra que la quantité de ce dernier est toujours proportionnelle à la quantité de sang extrait.

Dans une série de recherches faites à Leipsick, en 1880 (N. 29), il inventa un appareil très ingénieux pour étudier les mouvements de l'intestin, et par ce moyen il put observer leurs variations, selon qu'on y fait circuler le sang, ou qu'il s'arrête, ou se charge d'acide carbonique, ou s'additionne de peptone, de nicotine, d'atropine, d'opium, ou se substitue par des liquides indifférents. Il étudia aussi le mode de propagation des contractions de l'intestin et l'absorption de la nicotine et du peptone injecté dans sa cavité.

Dans la note intitulée : « *Hydrémie et œdèmes hydrémiques* » (N. 32), il combattit, par les armes de la critique et de l'expérimentation, l'hypothèse de Cohnheim, que la localisation cutanée des œdèmes des néphrétiques dépend d'une altération particulière des vaisseaux de leur peau. Les expériences de Cohnheim ne démontrent pas tout ce qu'il avance, mais seulement, que la perméabilité est plus grande dans les vaisseaux cutanés de l'homme que dans ceux du chien. Or il n'est pas certain que cette différence soit pathologique; il est probable, au contraire, qu'elle est physiologique, et que, de même que les divers territoires vasculaires d'un même organisme varient en perméabilité, de même aussi varient les territoires correspondants, chez des animaux d'espèce différente. Le liquide sort là où il trouve une plus grande perméabilité des vaisseaux, et chez le chien aussi, SALVIOLI eut des œdèmes cutanés lorsque, préalablement, il avait lié les artères rénales et mésentériques.

En 1877, il publia une note concernant l'action des ferments diastatiques sur la coagulation du sang (N. 36). De ses expériences résulte un fait nouveau, savoir, que la diastase, qu'elle soit végétale, ou extraite de la salive, ou du foie, si elle est injectée directement dans la circulation, à la dose de 0,06 — 0,08 % du poids du corps, retarde ou supprime entièrement, pendant un temps variable, la coagulabilité du sang. Cette action inhibitrice est très marquée chez les chiens sains et à jeun, nulle, ou presque nulle, chez les lapins. En outre, on observe, chez les chiens, un abaissement constant, même de la moitié, de la pression artérielle, une congestion marquée des vaisseaux abdominaux, et, comme conséquence, un abattement général, comme si les animaux étaient narcotisés.

Je ne puis terminer ce rapide aperçu sur les résultats de la vie scientifique du prof. SALVIOLI, sans faire mention de son Mémoire sur la nature infective de la pneumonite croupale (N. 34), parce que c'est lui qui, le premier, dans ce mémoire, a donné la description et démontré la valeur pathogénique de ce coccus, qui est la cause la plus fréquente de la maladie, et qui est maintenant connu sous le nom de pneumococcus de Fränkel. SALVIOLI l'a trouvé dans un grand nombre de cas de pneumonite et de pleurite, et dans quelques cas de méningite cérébro-spinale; il en a étudié la diffusion dans l'organisme et en a démontré la propriété pathogénique par des expériences sur les animaux. Pour que ces recherches fussent complètes il ne manquerait que ce qui concerne les cultures du coccus sur les *substrata* solides; toutefois, telles qu'elles sont, elles ont fait faire un grand pas vers la solution du problème qui regarde l'étiologie de la maladie.

GAETANO SALVIOLI était plutôt de petite taille, trapu, et de musculature très robuste. Ses traits étaient réguliers, et il avait l'habitude de porter des lunettes, pour remédier à une myopie assez prononcée, dont il se félicitait, parce qu'elle lui était très utile pour ses recherches qui se portaient, le plus souvent, sur des objets très petits. Il était très sensible aux affections de famille, si bien que, s'étant trouvé orphelin de bonne heure, avec une fortune très modique, et étant l'aîné de cinq enfants, il servit de père à ses frères, et, avec un dévouement qui ne se démentit jamais, les aida à se faire une position honorable. Il était franc avec ses amis, plus même, peut-être, que ne le comportent les habitudes de notre société; mais si l'on eût pu désirer, chez lui, une plus grande courtoisie extérieure, il eût certainement été impossible de souhaiter une plus grande loyauté. Dans son enseignement, il préférait les leçons utiles aux leçons agréables; il se préoccupait peu de l'élégance de la forme, mais il avait soin que ce qu'il exposait représentât le dernier mot de la science. Son esprit était aussi apte à rechercher lui-même les secrets de la nature qu'à recueillir les notions fournies par d'autres expérimentateurs, à les comparer et à les disposer dans un ensemble de doctrine bien ordonné. C'est ce qui explique comment il a pu, en toute conscience, donner des enseignements de nature si diverse, passer de la médecine humaine à la médecine vétérinaire, et mener de front des travaux de recherche originale et des œuvres dans lesquelles la compilation avait une large part.

Il est toujours douloureux de voir la mort interrompre brutalement une glorieuse vie de travail, mais c'est chose doublement douloureuse lorsque celui qui meurt est jeune, et que son activité a seulement fait entrevoir tout ce qu'il aurait pu donner plus tard!

BIZZOZERO.

### Catalogue des travaux faits par le Prof. GAETANO SALVIOLI.

1. SALVIOLI. — Considerazioni sulla paralisi agitante. (*Spallanzani*, anno XII).
2. SALVIOLI e RONCHI. — Studio critico-sperimentale sull'azione fisiologica dell'alcool. (*Atti della Soc. med.-chir. di Modena*).
3. SALVIOLI. — Contributo alla genesi dell'Epitelioma. (*Rivista clinica*, anno 1875).
4. — Studio clinico-anatomico di due casi di sarcoma della corioidea. (*Annali di ottalmologia*, anno IV, fasc. IV).
5. — Osservazione clinica sopra un sarcoma pigmentato della corioidea. (*Annali di ottalmologia*, anno IV, fasc. II).
6. — Sopra una speciale alterazione delle cellule endoteliali. (*Giorn. della R. Accademia med. di Torino*).
7. — Contributo allo studio degli adenomi. (*Osservatore-Gazz. delle clin. di Torino*).
8. BIZZOZERO e SALVIOLI. — Sulla struttura delle membrane sierose e particolarmente del peritoneo diaframmatico. (Nota preventiva).
9. — Sulla struttura del peritoneo diaframmatico. (*Arch. sc. med.*, an. I, fasc. III).
10. — Sulla struttura e sui linfatici della pleura. (*Arch. sc. med.*, vol. II, fasc. II. — *Centralblatt f. d. med. Wiss.*, 1877, n. 42-43).
11. SALVIOLI. — Sul modo di diffusione del cancro nel peritoneo diaframmatico. (*Spallanzani*, anno XIV, fasc. XII).
12. — Sulla struttura e sui linfatici del cuore. (*Arch. sc. med.*, anno II, fasc. III).
13. FOÀ e SALVIOLI. — Ricerche anatomiche e sperimentali sulla patologia del fegato (Parti due). (*Arch. sc. med.*, anno II e III, fasc. I e II).
14. SALVIOLI. — Sugli effetti della legatura del condotto coledoco. (*Arch. sc. med.*, vol. V).
15. FOÀ e SALVIOLI. — Sullo stringimento della vena porta. (*Spallanzani*, an. XV, fasc. V).
16. SALVIOLI. — Sull'atrofia cianotica del miocardio. (*Arch. sc. med.*, vol. V, n. 6).
17. — Contributo alla patologia dei reni. (*Arch. sc. med.*, vol. III, n. 23).
18. FOÀ e SALVIOLI. — Sull'origine dei globuli rossi del sangue (1<sup>a</sup> comunicazione). (*Spallanzani*, anno VIII, fasc. II).
19. — Sull'origine dei globuli rossi (lavoro completo). (*Arch. sc. med.*, vol. IV, n. 1).
20. SALVIOLI. — Osservazione di anatomia patologica.
21. — L'istologia nella medicina. (*Spallanzani*, anno VII, fasc. VIII e IX).

22. FOÀ e SALVIOLI. — Sul parziale arrossamento del midollo delle ossa. (*Spallanzani*, anno VIII, fasc. I).
23. SALVIOLI. — Contributo alla istologia patologica delle fibre muscolari lisce. (*Osservatore - Gazzetta delle cliniche*).
24. BIZZIZERO e SALVIOLI. — Ricerche sperimentali sull'ematopoesi splenica. (*Arch. sc. med.*, vol. IV, n. 2. — *Moleschott's Untersuchungen*, Bd. XII, Heft 5).
25. — Sulle variazioni quantitative dell' Emoglobina in seguito a sottrazioni sanguigne. (*Arch. sc. med.*, vol. IV, n. 12. — *Moleschott's Untersuchungen*, Bd. XII, Heft 5 e 6).
26. FOÀ e SALVIOLI. — L'emopoesi epatica nel 1° mese di vita extrauterina. (*Riv. sperimentale di freniatria e med. legale*, vol. VI, fasc. 1-2).
27. SALVIOLI. — Nuovo metodo per lo studio delle funzioni dell'intestino tenue. (*Arch. sc. med.*, vol. V, n. 25. — *Arch. f. Anat. und Phys.*, 1880).
28. — Die gerrinnbaren Eiweisstoffe im Blutserum und in der Lymphe des Hundes. (*Arch. f. Anat. und Physiol.*, 1881).
29. — Osservazioni di anatomia patologica — Contributo all'anatomia patologica della rabbia del cane. (*Clinica veterinaria*, anno IV).
30. — Ricerche sul così detto sonno magnetico. (*Archivio Psych. e sc. penali*, vol. II, fasc. IV).
31. — Prelesione al corso di patologia generale. (*Salute - Italia medica*, anno 1882).
32. — Idremia ed edemi idremici. (*Arch. sc. med.*, vol. VIII, n. 21).
33. SALVIOLI und ZAEHLIN. — Ueber den Mikrokokkus und die Pathogenese der eitrigen Pneumonie. (*Centralblatt f. med. Wissen.*, 1883, n. 41).
34. SALVIOLI. — Contributo allo studio della natura infettiva della polmonite crupale. (*Arch. sc. med.*, vol. VIII, n. 7).
35. — Casistica di anatomia patologica. (*Salute - Italia med.*, 1885, fasc. 1-3-4).
36. — Azione dei fermenti diastatici sulla coagulazione del sangue. (*Arch. sc. med.*, vol. IX, n. 21. — *Centralblatt f. med. Wissen.*, 1885, n. 51).
37. — Discorso inaugurale. — Il problema dell'educazione nell'Università in rapporto coll'avvenire dell'insegnamento.
38. — Lezioni di anatomia patologica del sistema nervoso. Modena, tip. Toschi, 1887.

## *Les courants induits unipolaires dans l'étude de l'excitabilité électrique du cerveau* <sup>(1)</sup>.

RECHERCHES faites par le D.<sup>r</sup> CAMILLO NEGRO.

(Laboratoire physiologique de l'Université de Heidelberg).

Je me suis proposé de chercher, à l'aide de courants induits unipolaires localisés au degré maximum, si la distribution des zones excitables dans la *région motrice de Fritsch et de Hitzig* correspond réellement à celle qui est généralement acceptée, et si l'on peut admettre de vrais *centres* qui président exclusivement à des contractions musculaires déterminées.

### *Méthode de recherche.*

S'il est vrai qu'il existe, dans le cerveau, des zones de substance nerveuse, lesquelles excitées avec des courants électriques produisent des contractions dans certains muscles du corps, la détermination expérimentale de leur topographie exige, comme condition indispensable, que les excitations atteignent le degré maximum de localisation. Il est facile de démontrer que, par les excitations électriques faites, comme cela se pratique ordinairement, avec deux pôles, la diffusion du courant dans les parties voisines est toujours assez grande, malgré la minime distance respective des électrodes. Pour obtenir la localisation nécessaire de l'excitation, les courants induits unipolaires se recommandent d'une manière spéciale (2).

Supposons que nous voulions exciter un nerf ou un muscle au

(1) Biella, tipografia G. Amosso, 1888.

(2) E. DU BOIS-REYMOND, *Untersuchungen ueber thierische Elektrizität*. Berlin, 1848, p. 423. — W. KÜHNE, *Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes* (*Reichert und Du Bois-Reymond's Archiv*, 1860).



moyen de courants induits unipolaires, l'expérience sera disposée de la manière suivante :

Sur un plat de porcelaine est fixé un disque de cuivre, mis en communication avec une des extrémités d'un circuit induit, tandis que l'autre extrémité de ce circuit est reliée avec le sol.

Nous plaçons, sur le disque de cuivre, une patte galvanoscopique de grenouille, et, avec un doigt ou avec la pointe d'une aiguille, nous touchons un point quelconque de cette patte, tandis que nous ouvrons et que nous fermons alternativement le circuit primaire.

A chaque interruption du courant primaire, il se produira dans la patte une contraction musculaire sous forme d'une légère et mince crispation dans toute la longueur du muscle touché par l'aiguille excitatrice.

Nous voulons supposer maintenant que, à la place de la patte de grenouille, il y ait un chien étendu avec le cerveau découvert ; si, dans ces conditions, nous touchons avec l'aiguille la substance cérébrale dans une zone excitable, nous obtiendrons, comme effet de l'excitation électrique, une contraction dans les muscles de l'animal qui sont sous la dépendance des éléments nerveux excités.

Or, quand il sera démontré que l'excitation induite unipolaire obtient réellement un degré *maximum* de localisation, nous pourrions conclure que les éléments nerveux cérébraux, qui ont déterminé la contraction musculaire observée, sont véritablement ceux que nous avons touchés avec l'aiguille et non les éléments contigus.

On sait, par les études de W. Kühne (1) et de K. Mays (2), qu'il existe, dans la grenouille, des muscles qui, dans une portion plus ou moins grande de leur substance, sont absolument dépourvus de nerfs. De ce nombre est le contourier, dans lequel, du tronc nerveux principal (lequel entre dans le muscle à peu près au niveau de l'union entre le tiers moyen et le tiers inférieur de la longueur de ses fibres), se détachent deux petits troncs nerveux qui courent presque parallèlement vers la terminaison supérieure du muscle dont une partie cependant reste complètement privée de nerfs.

Ce muscle, en vertu de son mode d'innervation, s'offrait à moi dans

(1) W. KÜHNE, loc. cit.

(2) K. MAYS, *Histophysiol. Untersuchungen ueber die Verbreitung d. Nerven in den Muskeln* (Zeitschrift f. Biologie, XX. Bd. 4 Heft, p. 479).

des conditions très favorables pour étudier le degré de localisation de l'excitation unipolaire au moyen de ce qu'on appelle *Zttselversuch*.

Avec un peu d'exercice on arrive, au moyen d'un coup de ciseaux, à diviser l'extrémité supérieure du couturier en deux chefs (*Zttsel*), parallèlement au cours des deux petits troncs nerveux, de manière que la ligne de section passe entre eux sans les atteindre.

Dans un muscle couturier ainsi préparé et convenablement disposé pour les excitations induites unipolaires, chacun des deux chefs du muscle respectivement ne donne pas autre chose que des contractions locales lorsque l'aiguille excitatrice touche une portion du chef privée de nerf et que la diffusion du courant n'arrive pas jusqu'au nerf.

Mais chaque fois que le courant a un degré d'intensité capable de s'étendre jusqu'au nerf, le chef musculaire de l'autre côté entre bientôt lui aussi en contraction, en vertu de la double conductibilité (centrifuge et centripète) nerveuse, démontrée par W. Kühne (1).

Je cherche alors, en éloignant graduellement la bobine induite de la bobine inductrice de l'appareil de Du Bois-Reymond, l'intensité de courant limite (*Retzschwelle*) nécessaire pour produire une contraction à peine visible des deux chefs du muscle couturier, lorsque l'aiguille excitatrice est placée directement en contact de l'un des petits troncs nerveux susdits.

Augmentant ensuite graduellement l'intensité du courant induit, j'éloigne peu à peu la pointe de l'aiguille du nerf vers la partie du chef musculaire privée de terminaisons nerveuses, et je marque successivement les intensités de courant limite, nécessaires pour produire la même contraction à mesure que l'aiguille s'éloigne toujours davantage du tronc nerveux.

De cette manière, j'ai obtenu une échelle de valeurs dans laquelle, pour des courants induits unipolaires d'intensité croissante, sont exprimées les valeurs correspondantes de la diffusion de courant.

Ensuite, au lieu de courants induits unipolaires, je me servais de courants induits avec la méthode ordinaire bipolaire, en maintenant les électrodes à la plus petite distance possible entre elles, et je pouvais ainsi constater que, à égale intensité de courant, la diffusion aux parties voisines était beaucoup plus grande dans ce dernier cas.

Cette première série de recherches ne me parut pas toutefois suffi-

(1) W. KÜHNE, *Zeitschrift f. Biologie*. XXII. Bd. 3 Heft, 1886.

sante pour me fournir un critérium exact sur le degré de localisation des excitations électriques que l'on peut obtenir avec les courants induits unipolaires. En effet, avec le procédé rapporté ci-dessus, je m'assurai bien que, dans la méthode unipolaire, les courants se communiquent d'une manière presque insignifiante aux éléments voisins situés sur une même superficie, mais je ne pus déterminer le degré de diffusion des courants induits unipolaires dans le sens de la profondeur. C'est pourquoi j'ai cherché, de diverses manières, à établir si la diffusion du courant aux parties profondément situées était également minime, et par conséquent négligeable.

Les expériences étaient disposées de la manière suivante:

Sur le disque de cuivre en rapport avec une des extrémités du circuit induit, je disposais une patte de grenouille avec le sciatique isolé, que je couvrais avec un morceau de foie ou de cerveau pris sur un animal récemment tué; je variaais successivement l'épaisseur de ce morceau dans les diverses expériences. Dans ces conditions, l'autre extrémité du circuit induit étant mise en communication avec le sol, je fermais et j'ouvrais alternativement le circuit primaire, tandis que, avec la pointe de l'aiguille excitatrice, je touchais la face supérieure du morceau de cerveau ou de foie qui recouvrait le nerf de grenouille, et j'essayais de trouver quel était le courant limite capable d'arriver par diffusion au nerf sous-jacent, et de produire par conséquent une contraction dans les muscles de la patte galvanoscopique.

La même preuve était faite sur la même préparation avec des courants induits bipolaires; de cette manière, il m'était possible d'établir une comparaison entre le degré de diffusion qu'on obtenait dans le sens de la profondeur au moyen de courants de même intensité avec l'une et l'autre méthode.

D'autres fois, au lieu de placer le nerf directement sur le disque de cuivre, j'interposais une couche de foie ou de cerveau entre le disque et le nerf, que je recouvrais ensuite soigneusement avec un autre petit morceau, de différente épaisseur, des mêmes substances.

J'entrepris d'autres expériences directement sur le cerveau d'un chien narcotisé, et cela pour écarter l'objection, que les petits morceaux de substance (foie ou cerveau) à travers lesquels on excitait le nerf de la grenouille, pouvaient avoir une conductibilité différente de celle que possèdent normalement ces organes à l'état vivant.

Dans ce but, après avoir trouvé l'intensité de courant à peine suffi-

sante, en l'appliquant sur un point donné du cerveau du chien, pour déterminer une contraction dans les muscles de l'animal, j'introduisais par transfixion le nerf d'une patte de grenouille dans la masse cérébrale à une profondeur déterminée sous l'aiguille excitatrice.

Au moyen de ces expériences de contrôle, exécutées soit avec la méthode bipolaire soit avec la méthode unipolaire, je parvins à m'assurer que des courants induits unipolaires, appliqués sur une couche déterminée de substance nerveuse excitable, et capables de produire une contraction dans des muscles déterminés du corps de l'animal, ne s'étendent pas au nerf de la patte galvanoscopique, et par conséquent n'y produisent de contraction que dans le cas où la distance entre l'aiguille excitatrice et le nerf de grenouille est un peu moindre d'un millimètre.

Je pus me convaincre davantage encore de cette localisation *maximum* des courants unipolaires induits, au moyen d'une dernière série d'expériences.

Pour cela, je remplissais d'eau salée un petit bassin de verre, en forme de parallélépipède, sur le fond duquel était disposée une petite plaque de cuivre. Un fil conducteur la mettait en rapport avec l'une des extrémités d'une bobine induite, dont l'autre extrémité était, comme à l'ordinaire, en communication avec la terre.

Le nerf et les muscles d'une patte de grenouille galvanoscopique étaient étendus sur le fond du bassin rempli d'eau salée.

L'expérience ainsi disposée, je plongeais l'aiguille excitatrice dans l'intérieur du liquide salé, faisant en sorte que sa pointe fût à une distance d'un peu plus d'un demi-millimètre, puis j'ouvrais et je fermais alternativement le circuit primaire, en employant des courants d'intensité différente. J'observai alors qu'un courant d'intensité assez forte (6 centim. de distance des bobines et deux piles de Daniell) était capable de produire une contraction des muscles de grenouille (en vertu de la propagation de l'excitation au nerf) seulement lorsque la distance, de l'aiguille au tronc, ne dépassait pas le demi-millimètre.

Donc, un courant induit unipolaire, relativement fort, se répand à travers un milieu de conductibilité homogène (dans notre cas à travers l'eau salée) en si petite quantité, qu'on peut la négliger.

Considérant ensuite, que l'intensité des courants, nécessaire pour donner une réaction motrice des points d'excitabilité *maximum* du cerveau, oscillait, dans mes expériences, entre 15-11 centim. de distance des bobines, et que par conséquent elle se trouvait être de

beaucoup inférieure à l'intensité réalisée dans l'expérience avec l'eau salée, il était permis de croire que, avec l'emploi de la méthode unipolaire dans l'étude de l'excitation électrique du cerveau, je pouvais obtenir une localisation *maximum* de courant, évitant ainsi une erreur qui constitua le noyau d'objections de haute valeur contre la théorie des centres moteurs corticaux.

Et maintenant quelques mots sur la manière dont se produisent les excitations au moyen des courants unipolaires induits.

Prenons le cas concret dans lequel on veut exciter une zone de la région motrice cérébrale d'un chien. L'animal est en communication avec une extrémité du circuit induit; l'autre extrémité du circuit est conduite au sol, ou reste simplement ouverte.

Fermons maintenant ou ouvrons le circuit primaire; alors il s'accumule de l'électricité sur le corps de l'animal, et si, à cet instant, au moyen de l'aiguille excitatrice, nous touchons un point excitable du cerveau, toutes les courbes se réunissent autour de la pointe de l'aiguille où, par des courants d'intensité suffisante, la densité des courbes devient assez grande pour produire l'excitation et la réaction motrice qui en est la conséquence.

Après avoir ainsi démontré, par des expériences préliminaires, l'avantage de la méthode unipolaire sur les autres méthodes d'excitation avec l'électricité, je passerai à la description de mes expériences et des résultats que j'en ai obtenus.

#### *Disposition des expériences.*

Mes recherches furent faites exclusivement sur des chiens d'âge moyen, afin de me mettre à l'abri de fortes hémorragies du diploé qui, comme on le sait, sont tellement abondantes, chez les jeunes chiens, que l'opération peut en être grandement troublée.

J'ai expérimenté une grande partie des narcotiques, et j'ai préféré, entre tous, la morphine muriatique à doses variables, selon la grosseur et l'âge de l'animal, de 4-10 centigrammes.

Dès mes premières expériences j'ai dû vite abandonner le chloroforme parce qu'il est très mal supporté par les chiens qui succombent même quelquefois dès le commencement de l'inhalation. Le dosage de la morphine a une grande importance dans les recherches sur l'excitabilité électrique du cerveau, parce que, comme on le sait par le

travail de Bubnoff et de Heidenhain (1), l'excitabilité réflexe de l'animal est parfois fortement accrue par une dose un peu excessive de morphine. Dans ce stade particulier de la narcose, non seulement il devient difficile d'apprécier exactement le degré d'excitabilité des diverses couches du cerveau, mais l'expérience est facilement interrompue par des attaques épileptiques qui en empêchent la continuation.

En général les meilleures expériences sont celles dans lesquelles la dose convenable de morphine a été trouvée, dès la première injection.

L'ouverture du crâne, faite par l'application successive de deux ou trois couronnes de trépan sur des points rapprochés entre eux, était ensuite élargie au moyen d'une pince ostéotome recourbée. L'hémorragie diploïque était facilement arrêtée avec de la ouate simple (ou avec de la cire) au moyen de laquelle on tapissait les contours de la brèche osseuse.

Pour obtenir promptement et facilement l'hémostasie, il est préférable que l'ouverture du crâne soit large autant que possible; de cette manière l'orientation devient naturellement aussi plus facile, et l'on prévient l'éventualité d'un prolapsus du cerveau.

La dure-mère crânienne était enlevée au moyen de petits ciseaux recourbés en traçant la ligne de section rez du contour de la brèche osseuse, afin qu'elle ne pût être excitée mécaniquement ou par l'électricité durant l'expérience.

La table sur laquelle devait être placé l'animal était isolée du sol au moyen de supports de caoutchouc; un tapis, également de caoutchouc, recouvrait la table d'opération, et cela pour rendre l'isolement encore plus certain. Immédiatement sur le tapis était un plat de porcelaine attaché, au moyen de cire vierge, à un disque de cuivre qu'un fil, également de cuivre, mettait en rapport avec une des extrémités de la bobine induite. L'autre extrémité du circuit induit était mise en communication avec la terre, directement ou par l'intermédiaire du conduit du gaz.

J'expérimentais ainsi avec un appareil d'induction, disposé de la manière susdite, dans le circuit primaire duquel étaient interposées deux piles Daniell. Entre le corps de l'animal et le disque de cuivre était placée une éponge humectée d'eau.

(1) R. HEIDENHAIN, *Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Hirncentren*. (*Pflüger's Arch.*, Bd. XXVI, p. 137).

Si je touchais alors avec une aiguille conductrice une partie excitable du cerveau découvert de l'animal, pendant que le circuit primaire était ouvert et fermé successivement, il se produisait bientôt une contraction de muscles déterminés de l'animal.

L'aiguille excitatrice revêtue d'une couche de cire à cacheter jusqu'à la pointe, laquelle toutefois restait libre, était introduite dans un mince tube capillaire de verre, de manière que la pointe ne le débordât que d'un quart de millimètre. Afin de me mettre en conditions de pouvoir apprécier exactement la profondeur à laquelle je faisais pénétrer l'aiguille dans la masse cérébrale pendant les expériences, et aussi pour empêcher qu'un mouvement éventuel de l'animal pût déterminer une pénétration plus grande de l'aiguille, je me servis du petit appareil suivant que je fis construire par le mécanicien W. Walb de Heidelberg.

Il se compose d'un petit bâton d'acier long de 10 cent. et du diamètre de 3 millim., terminé en T à son extrémité supérieure, et à vis à son extrémité inférieure, de telle sorte qu'on peut le fixer verticalement par trépanation dans l'épaisseur des os nasaux de l'animal en expérimentation.

Un autre bras horizontal de gomme durcie et de la longueur de 8 cent. peut glisser le long de l'axe du petit bâton et tourner autour de lui.

Sur ce bras horizontal est disposée une vis à pression à laquelle est fixée l'aiguille excitatrice isolée jusqu'à la pointe; on peut faire courir à volonté la vis à pression le long de l'axe du bras horizontal.

Après avoir découvert la superficie cérébrale d'un chien narcotisé, on plante l'extrémité inférieure à vis dans l'épaisseur des os nasaux, et on dispose ensuite la vis à pression située sur le bras horizontal, de manière que la pointe de l'aiguille excitatrice appuie légèrement sur l'écorce cérébrale.

Grâce, ensuite, aux déplacements que l'on peut imprimer à volonté tant au bras horizontal de l'appareil qu'à la vis à pression, il est facile de procéder à la recherche des points excitables de la superficie cérébrale et de faire pénétrer l'aiguille dans l'épaisseur de la masse encéphalique.

L'évaluation de la profondeur à laquelle on enfonce l'aiguille s'obtient au moyen de divisions millimétriques gravées sur le petit bâton vertical de l'instrument.

L'expérience ainsi disposée, je cherchais, sur la superficie cérébrale

en correspondance de la région motrice, un point excitable, me servant de courants d'intensité plutôt grande; puis, diminuant graduellement l'intensité du courant, j'enfonçais peu à peu l'aiguille dans la masse cérébrale jusqu'à ce que je réussisse à obtenir une très forte réaction musculaire pour la plus petite intensité de courant. Alors, au moyen d'une pince ostéotome, je coupais quelquefois l'aiguille excitatrice rez de la superficie verticale, et, après avoir sacrifié l'animal, je mettais durcir son cerveau dans l'alcool.

Après durcissement complet du cerveau, il était facile, avec la section, de reconnaître si la profondeur à laquelle l'aiguille avait été enfoncée était réellement celle qui avait été indiquée par les divisions millimétriques sur le bras vertical de l'instrument.

Vu la difficulté d'obtenir, par l'excitation du cerveau, des contractions musculaires isolées, je tins compte principalement des mouvements d'ensemble.

Des cinq expériences qui sont rapportées dans le mémoire italien, je donnerai seulement ici, pour plus de brièveté, la description d'une seule, la troisième, qui pourra servir comme de type.

Chienne de moyenne taille, âgée de trois ans environ. On lui injecte 6 centigr. de chlorhydrate de morphine et l'on fait trois trépanations du crâne à droite, au niveau de la région motrice. Narcose modérée. Après que l'animal a servi au professeur W. Kühne pour des démonstrations dans l'école, je l'emploie pour mes recherches, prolongeant la narcose pendant plus de trois heures, sans accidents, au moyen de l'injection successive de 3 centigr. de morphine. Les points de la superficie découverte du cerveau qui, une heure avant, dans l'école, réagissaient pour des courants induits bipolaires de moyenne intensité (10 centim. de distance des bobines) avec mouvement de la patte antérieure et, respectivement, de l'orbitulaire des paupières du côté opposé, se montrent, une heure après, absolument inexcitables à des courants bipolaires et unipolaires très intenses.

Un peu en avant du sillon croisé, et précisément dans le point *a* (voir fig. 1.) en excitant avec la méthode unipolaire à la profondeur de 4 mm., on obtient une forte contraction de la patte antérieure opposée pour une distance de 10 cm. des bobines. Dans le point *b* et à la profondeur de 11 mm. je trouve une couche qui répond à l'excitation faite (distance de 14 mm. des bobines) par une vive contraction de la patte postérieure opposée.

Je retire l'aiguille vers la superficie cérébrale, et, quand elle n'est plus enfoncée dans la masse du cerveau qu'à une profondeur de 9 mm., je n'obtiens plus de mouvement de la patte postérieure, mais bien une contraction du muscle orbitulaire de la paupière opposée (distance des bobines = 11 cent.).



En explorant les points voisins à la même profondeur, je n'obtiens aucune sorte d'effet. Je porte alors de nouveau l'aiguille en correspondance du point *a* et à la profondeur de 4 mm.; je n'observe plus de réaction pour la distance primitive des bobines (10 cm.), mais en enfonçant davantage l'aiguille (5 mm.) le mouvement de la patte antérieure réapparaît pour des courants plus faibles (11 cm. de distance des bobines). — Je laisse reposer l'animal pendant plus d'une demi-heure, après avoir soigneusement protégé, avec une couche d'ouate, la superficie cérébrale. Je procède, avec des courants induits unipolaires de forte intensité, à la recherche d'autres zones excitables, et, dans ce but, j'enfonce l'aiguille dans la masse cérébrale en correspondance du centre du facial (voir fig. 2 au point *d*), augmentant et diminuant alternativement l'intensité de courant jusqu'à ce que j'obtienne le *maximum* de réaction avec un *minimum* d'excitation.

En faisant pénétrer l'aiguille à une profondeur de 11 mm. dans le territoire du facial, j'obtiens, au lieu de contractions des muscles dépendant de ce territoire, des contractions de la patte postérieure opposée au côté de l'excitation. Je coupe l'aiguille rez de la superficie cérébrale, laissant en place la partie enfoncée dans la substance nerveuse.

Immédiatement après, je recommence à exciter le point *b* qui avait réagi auparavant avec des mouvements de la patte postérieure, et j'obtiens, à la profondeur de 7 mm., une contraction de la même patte, en maintenant les bobines à la distance de 11 centimètres.

Je pratique avec le trépan une large brèche dans la région motrice du crâne du côté gauche, sans avoir d'hémorragies appréciables.

J'excite superficiellement dans le point *B'* (zone du facial) avec des courants induits unipolaires très intenses (5 cm. de distance des bobines) qui produisent la fermeture des paupières du côté opposé et des contractions des muscles zygomatiques et élévateurs de l'aile du nez des deux côtés. Je plonge l'aiguille excitatrice à la profondeur de 3 mm. et, pour une distance de 12 cm. des bobines, des mouvements se manifestent dans les paupières du côté opposé.

En maintenant constamment l'intensité du courant, je fais pénétrer graduellement l'aiguille dans la masse cérébrale à diverses profondeurs et j'obtiens : — à 4 mm. contraction des zygomatiques des deux côtés, — à 6 mm. mouvement des deux pattes du côté opposé à l'excitation, — à 5 mm. aucun effet, — à 3 mm. contraction de l'orbiculaire des paupières à une première excitation, et, après deux minutes de repos, plus aucun effet à la suite d'une nouvelle excitation, — reprenant les excitations au bout d'une demi-heure, je suis surpris de constater que, dans la zone du facial (*B'*), en touchant avec l'aiguille excitatrice les diverses couches découvertes dans les épreuves antérieures, les réactions musculaires ne sont plus les mêmes.

Ainsi, par exemple, à une profondeur de 6 mm., j'obtiens (pour une distance de 12-11 cm. des bobines) la contraction, non plus des deux pattes opposées, mais de la patte antérieure et de l'élévateur de l'aile du nez et de la lèvre supérieure opposée; à la profondeur de 5 mm., mouvement de la paupière; à 4 mm. contraction également de la paupière.

En essayant des points limitrophes, je ne découvre aucune sorte de réaction, même avec des courants plus forts.

L'animal est sacrifié.

La narcose se maintint très bonne pendant toute la durée de l'expérience.

### CONCLUSIONS.

Dans la région fronto-pariétale du cerveau des chiens, et précisément dans les circonvolutions disposées autour et en proximité du sillon croisé, se trouvent disséminées des zones de substance nerveuse, lesquelles réagissent aux excitations des courants unipolaires induits avec des contractions des muscles du corps de l'animal.

Au contraire, les circonvolutions situées dans la région postérieure du cerveau se montrent absolument inactives.

D'après ces résultats, on doit rejeter l'opinion de ces antilocalisateurs systématiques qui remirent en honneur les conclusions de l'ancienne école de Flourens, selon lequel toute la superficie du cerveau posséderait une homogénéité fonctionnelle absolue; et il est permis de croire que dans sa région antérieure il existe une propriété physiologique particulière. Toutefois, cette propriété est-elle de nature à nous permettre d'assigner un siège fixe, circonscrit aux points excitables de la zone motrice? Existe-t-il de vrais centres avec fonctions motrices particulières à chacun d'eux?

J'ai constaté que les points excitables de la région motrice ne se correspondent pas dans les diverses expériences. Toutefois, ce fait est insuffisant, par lui-même, à justifier la conclusion, qu'on ne doit pas admettre de « centres » dans le sens absolu du mot, uniquement parce que, dans les différentes expériences, la conformité des points homologues excitables fait défaut.

On sait que, non seulement on ne peut rencontrer une même et identique physionomie dans des cerveaux appartenant à des animaux de la même espèce, mais que c'est même un cas très rare de voir les deux hémisphères du même cerveau se ressembler exactement dans la distribution des circonvolutions homonymes.

Ces variétés morphologiques du cerveau doivent nécessairement être prises en considération; et c'est pourquoi la non-conformité des points homologues observée dans mes diverses expériences ne peut avoir une grande valeur pour notre question.

J'ai observé que deux points excitables et très éloignés l'un de

l'autre peuvent produire la contraction des mêmes muscles. Dans ce cas on pourrait admettre qu'un centre déterminé (de la patte antérieure par exemple) occupe chez quelques animaux une zone de substance nerveuse très étendue, et jusqu'ici nous n'aurions pas détruit l'opinion de l'action spécifique d'une zone donnée sur un groupe musculaire déterminé.

Mais j'ai remarqué que l'excitation de points intermédiaires entre *a* et *b* n'obtenait aucune sorte de réaction, tandis qu'il suffisait d'exciter l'un ou l'autre des deux points excitables *a* et *b*, pour avoir une contraction des extenseurs de la patte.

Maintenant je dis : Dans ce cas il ne s'agit pas d'une zone nerveuse excitable à large superficie, mais de la coexistence, dans un hémisphère cérébral, de deux points éloignés l'un de l'autre et ayant la même fonction.

Déjà Vulpian, en 1879, dans une expérience de Cours, s'était étonné en observant dans un chien la variabilité des points excitables du cerveau et des effets des excitations d'un moment à l'autre, dans une même expérience.

Bochefontaine (1) et d'autres, plus tard, confirmèrent par de nouvelles recherches le fait décrit par Vulpian.

Dans mes expériences j'arrivai moi aussi au même résultat, je découvris même à ce sujet d'autres faits, qui complètent, j'ose le dire, les observations des auteurs mentionnés ci-dessus.

Dans l'expérience II (2), par exemple, je trouvai que le point *b*, qui, à un moment donné, produisait la contraction de la patte antérieure par excitation à la superficie du cerveau, à une seconde exploration, même par des courants très forts, ne réagissait plus, tandis que, en enfonçant l'aiguille dans les parties profondes, j'observais la contraction de la patte, avec des courants beaucoup moins intenses que ceux qui avaient été employés dans une épreuve antérieure, faite aussi en profondeur.

Dans ce cas, l'excitabilité dans les couches plus superficielles était disparue, et, en même temps, celle des couches profondes avait augmenté.

Dans d'autres expériences je pouvais observer comme une sorte de substitution fonctionnelle d'un point déterminé à un autre.

(1) BOCHFONTAINE, *Archives de Physiologie*, 1883, p. 28

(2) Page 33 du travail original.

Ainsi, en appliquant l'aiguille excitatrice sur un point compris dans le territoire du facial (selon Fritsch et Hitzig) j'obtins, au lieu de mouvements des muscles de la face, des mouvements de la patte postérieure opposée.

Ce qui me surprit par dessus tout, ce fut les résultats que j'obtins dans l'expérience III rapportée plus haut.

Ils regardent la distribution, en couches superposées dans l'épaisseur de la substance blanche, de points excitable, avec réaction différente.

Évidemment ce dernier argument, ajouté à ceux qui ont été exposés ci-dessus au sujet des oscillations d'excitabilité des points, de la variabilité de leur topographie durant la même expérience et de leur substitution fonctionnelle, nous amène à regarder comme peu probable, que dans la région dite motrice du cerveau, il existe des zones nettement circonscrites qui président à des mouvements déterminés de l'animal.

C'est pourquoi nous ne pouvons parler, dans le sens rigoureux, de véritables *centres moteurs*.

Cette conclusion, tirée des expériences physiologiques, s'accorde avec les résultats des études histologiques faites sur le cerveau par le professeur C. Golgi (1).

Celui-ci trouvait, en effet, que, dans les organes centraux, les fibres nerveuses, au lieu de conserver une marche indépendante et isolée, présentent au contraire le caractère de rapports multiples avec les cellules ganglionnaires. Or, d'après la marche des fibres nerveuses, l'existence des zones exactement délimitées de distribution centrale des fibres est absolument inadmissible; on peut tout au plus admettre des territoires de distribution prédominante ou plus directe, avec transition graduelle et compénétration partielle dans d'autres zones voisines, où se distribuent de préférence d'autres systèmes de fibres.

Pour ce qui regarde la détermination des points de *maximum* d'excitabilité de la région motrice, les résultats obtenus sont les suivants:

En correspondance de la zone, fixée par Fritsch et Hitzig, se trouvent, dans la masse du cerveau, des couches de substance nerveuse qui réagissent aux excitations électriques avec contraction des muscles de l'animal, dans le côté opposé.

(1) *Archives italiennes de Biologie*, t. II, 1882, pp. 237 et suiv.

Les points de *maximum* d'excitabilité se trouvent dans la substance blanche, bien qu'on ne puisse nier l'excitabilité de l'écorce cérébrale.

Il est impossible d'établir une délimitation exacte des points de plus grande excitabilité, parce que leur niveau respectif, non-seulement est différent dans les deux hémisphères cérébraux et dans les diverses zones excitables, mais encore est variable d'un moment à l'autre dans une même expérience.

Dans une zone déterminée de la « région motrice » se trouvent diverses couches de substance nerveuse, disposées l'une sur l'autre, lesquelles, en différents moments de l'expérience, réagissent avec des contractions diverses des muscles de l'animal.

Donc, chacune des zones nerveuses ne préside pas strictement aux mouvements d'un groupe musculaire fixe, mais elles se confondent les unes avec les autres.

On ne peut par conséquent admettre une spécialisation d'action des centres moteurs et on est amené à croire que ce qu'on appelle les centres sont en rapport plus ou moins direct avec les couches profondes du cerveau.

Les excitations électriques faites avec la méthode unipolaire sur la moelle épinière pourront peut-être apporter plus de lumière sur une question aussi intéressante pour la physiologie du système nerveux central.

### *Des terminaisons des nerfs sur les tendons des vertébrés* <sup>(1)</sup>

par le Dr S. PANSINI

aide à l'Institut d'Histologie et Physiologie générale de l'Université de Naples.

On connaît la découverte de Rollet: un plexus nerveux propre dans le tendon du muscle sterno-radial de la grenouille et des terminaisons

---

(1) *La Riforma medica*, anno IV, giugno 1888.

nerveuses spéciales (nappes nerveuses), ainsi que celle de Sachs sur les terminaisons en *butisson*, en *pinceau*, en *massue* dans les tendons du lézard et de la grenouille.

Golgi a décrit, dans les tendons des grenouilles et des lézards, des terminaisons analogues à celles de Sachs; dans les tendons et dans les aponévroses des oiseaux et des mammifères, un organe terminal nerveux musculo-tendineux (une portion de tendon adhérente d'un côté à l'aponévrose, de l'autre à un groupe de fibres musculaires, et sur laquelle se ramifient une ou plusieurs fibres nerveuses, qui viennent se terminer en réseaux plexiformes); enfin il a décrit, sur les tendons de l'homme, quelques corpuscules terminaux analogues à ceux de Pacini, de Krause et de Meissner. Marchi a démontré, sur les tendons des muscles oculaires du porc, des corpuscules de Golgi, organes exclusivement tendineux; enfin Cattaneo a cherché à déterminer expérimentalement que les corps de Golgi étaient des organes de la sensibilité musculaire.

Pour la recherche des terminaisons névro-tendineuses, en plus des méthodes ordinaires (chlorure d'or, acide osmique), je dois citer une méthode qui m'a été suggérée par le prof. Paladino, c'est-à-dire, l'emploi du chlorure de palladium et de l'iodure de potassium ou de sodium.

La voici: après une macération suffisante dans l'ac. formique au 2 % ou dans l'ac. arsénique au centième, on place la petite portion de tendon ou de muscle, dans une solution de chlorure de palladium au millième jusqu'à ce que la préparation prenne une coloration légèrement jaunâtre, et après l'avoir plusieurs fois lavée à l'eau distillée on l'immerge dans une grande quantité de solution au 2 % d'iodure de potassium ou de sodium. La pièce prend promptement une coloration jaune rougeâtre ou rougeâtre plus ou moins intense, et on peut la laisser avec avantage pendant 24 heures dans cette solution; puis on la lave plusieurs fois dans l'eau et on la remet macérer soit dans l'acide formique au 2 centième, soit dans l'ac. arsénique au centième: on la dissocie ensuite, et on la monte dans de la glycérine acide.

Cette méthode offre de grands avantages pour l'étude des terminaisons névro-tendineuses: elle fait ressortir tous les éléments de la plaque, elle a une action prompte, la lumière ne peut rien sur elle, et enfin elle donne des préparations qui persistent.

En me servant de cette méthode, j'ai pu suivre les terminaisons nerveuses sur les tendons des vertébrés que je vais énumérer.

Chez l'hippocampe sur les tendons des muscles qui forment deux longs cordons situés dans les gouttières vertébro-dorsales, les terminaisons nerveuses sont constituées par un cylindraxe nu, simple ou ramifié, fournies de petits noyaux sessiles, et munies d'un court péduncule: selon l'étendue de la ramification du cylindraxe, et selon la longueur des péduncules des noyaux, la terminaison ressemble soit à un pinceau peu fourni, soit à un petit épi. Très rarement, grâce à un trop grand raccourcissement de l'axe accompagné d'un allongement des péduncules des noyaux, on rencontre la formation d'une vraie petite plaque.

Chez la torpille on rencontre, sur les lames aponévrotiques des muscles dorsaux, des plexus nerveux compliqués, desquels partent des fibres terminales, dont chacune après avoir perdu sa gaine de myéline se divise en trois, quatre, six ou en plus grand nombre de fibrilles, selon le type.

A l'extrémité de ces fibrilles sont attachés des noyaux: il manque à ces plaques, comme sur les terminaisons névro-tendineuses de l'hippocampe, un revêtement propre.

Sur certains points de ces lames aponévrotiques, il y a des plaques d'une autre forme: elles sont plus grandes, presque globuleuses et constituées par la division d'une ou de deux fibres nerveuses en deux ou trois fibres encore myéliniques, et par une seconde ramification de ces dernières en fibrilles amyéliniques, dont les extrémités sont à peu près équidistantes d'un centre qui correspond approximativement au point auquel s'est fait la première division. Sur les petites branches il existe des noyaux granuleux, et sur le pourtour il y a de grands noyaux: toute la formation est nettement limitée par une petite membrane. Et la première et la seconde forme de plaques névro-tendineuses ont des formes correspondantes dans les plaques motrices. Sur les tendons des muscles des nageoires de ces animaux on peut trouver un vrai corpuscule de Golgi, c'est-à-dire un espace limité du tendon sur lequel se rencontrent plusieurs plaques nerveuses terminales.

Dans la grenouille, la plaque terminale des tendons est formée par la division d'une fibre nerveuse en plusieurs fibres encore myéliniques, et par la décomposition du cylindraxe de ces fibres en un réseau très délicat, avec de petits noyaux sur les points nodaux du réseau, et de gros noyaux dans les mailles: il n'y a pas trace de revêtement externe. Il est remarquable que les plaques tendent à se ramasser en des points déterminés des tendons, et que quelques-unes tendent à se

réunir ensemble, et presque à se fondre en une seule plus volumineuse et plus complexe.

Chez le lézard les plaques tendineuses sont plus fréquentes et plus nombreuses, le réseau du cylindraxe est plus développé, les noyaux sont plus caractéristiques, et les groupements des terminaisons plus fréquents aussi.

Chez la tortue les terminaisons névro-tendineuses sont rares: elles se groupent en nombre de trois, quatre, cinq sur des points limités des tendons ou des aponévroses, qui se sculptent pour ainsi dire à bas relief au point correspondant au groupe des plaques en donnant naissance à un corpuscule de Golgi. Le corpuscule de Golgi, surtout dans sa forme la plus simple, est un organe terminal nerveux exclusivement tendineux.

Sur les nerfs des tendons de ces animaux on rencontre fréquemment certains renflements fusiformes de la gaine connective du nerf, cette gaine ayant la disposition de couches de lamelles concentriques; la fibre nerveuse qui passe dedans perd tout à fait la gaine myélinique, ou l'amincit, et est côtoyée par de petits noyaux: ces renflements ressemblent à ceux de Golgi et de Marchi. Il y a d'autres renflements des corpuscules fusiformes qui sont différents: la gaine connective d'une fibre nerveuse s'élargit et se décompose en une série de lamelles concentriques, la cavité interne qu'elles limitent est remplie d'une substance homogène dans laquelle on distingue des noyaux grands, ovales ou ronds et dans laquelle vient se perdre le cylindraxe de la fibre. Ces formations rappellent les corpuscules de Krause et de Pacini.

Chez les oiseaux, le corpuscule de Golgi est encore mieux constitué; c'est un vrai organe autonome et indépendant: il est formé par un tendon élémentaire, sur lequel viennent se réunir quatre, six, ou un plus grand nombre de plaques terminales.

Chez les mammifères, le corpuscule de Golgi est encore développé; il peut être formé par deux tendons élémentaires qui réunissent à eux deux jusqu'à trente plaques. Sur les mammifères comme sur les oiseaux, le corpuscule de Golgi est exclusivement tendineux, quoique assez fréquemment à son extrémité viennent s'attacher des fibres musculaires.



*De la quantité des Bactéries  
dans le contenu du tube gastro-entérique  
de quelques animaux <sup>(1)</sup>*

par le Prof. de **GIAXA**.

---

(Institut d'Hygiène de l'Université de Pise).

---

La connaissance des diverses espèces de microorganismes qu'on trouve dans le contenu du ventricule et des intestins de l'homme, sert à l'étude du rôle important qu'ils jouent dans les fonctions digestives qui s'accomplissent dans l'organisme humain et dans celui des animaux.

Il y a déjà un grand nombre d'observations sur ce sujet, mais elles n'ont rapport qu'au contenu du ventricule ou aux matières fécales de l'homme et de quelques animaux.

Mais, outre la connaissance des diverses espèces de microorganismes existant dans le tube gastro-entérique, il importe aussi de savoir en quelle quantité ils s'y trouvent, car étant établies certaines conditions absolues, on peut, d'après la comparaison du nombre de microorganismes trouvés dans le contenu du ventricule et de ceux que renferment les diverses parties de l'intestin, avoir des indications non seulement sur les fonctions qu'ils peuvent éventuellement exercer, mais surtout sur le terrain plus ou moins favorable, que les microorganismes peuvent trouver soit dans l'estomac, soit dans les intestins. Je ne veux pas parler de l'importance que peuvent présenter au point de vue thérapeutique les résultats des recherches concernant la quantité des bactéries du contenu de l'estomac et de celui des diverses portions de l'intestin; mais on ne peut pas méconnaître que ces recherches peuvent contribuer à fournir des connaissances touchant les infections avec microorganismes pathogènes le long du tube gastro-

(1) Extrait du *Giornale intern. delle scienze mediche*. Anno X.

entérique, et particulièrement par rapport à la détermination de la partie des intestins où les bactéries rencontrent les meilleures conditions pour leur reproduction.

Des vastes études expérimentales sur l'espèce, la quantité et l'action des bactéries renfermées dans le ventricule et l'intestin de l'homme et des animaux, je n'ai voulu m'occuper que de cette partie, jusqu'ici peu étudiée quoique importante, qui concerne la quantité.

Nous pouvons dire que les relatives observations faites sur plusieurs animaux et les notions qui en dérivent peuvent nous fournir des données pour ce qui concerne l'organisme humain.

Il est certain que la simple connaissance de la quantité des bactéries du contenu du ventricule ou de celles des matières fécales de l'homme, est bien loin d'avoir l'importance qu'on doit donner à la connaissance de la quantité de celles qui se trouvent dans chacune des diverses parties du tube gastro-entérique. Aussi les ouvrages de Sucksdorff (1) et de Vignal (2), qui relatent les résultats de recherches partielles sur la quantité des bactéries des matières fécales, n'ont-ils qu'une importance secondaire; nous savons, en effet, que le nombre des bactéries dans les substances fécales varie beaucoup et que cela dépend de diverses causes.

Comme, dans les recherches que j'ai entreprises, il s'agissait, avant tout, d'examiner le contenu du tube gastro-entérique chez des animaux tout à fait sains, et dans de telles conditions que ce contenu n'eût pu être modifié par des processus favorables à une augmentation de microorganismes dans toute l'étendue du tube gastro-entérique, j'ai pensé que l'examen du contenu gastro-intestinal de cadavres humains ne pouvait guère convenir dans mes investigations, parce que je n'aurais dû me servir que du cadavre de personnes enlevées par une mort subite, et, même dans ce cas, je n'aurais pu obtenir des résultats bien probants, ne pouvant pratiquer l'ouverture du cadavre que plusieurs heures après la mort. En outre, il fallait que les animaux destinés à mes recherches fussent tenus, avant d'être tués, dans des conditions spéciales, particulièrement à l'égard de l'alimen-

---

(1) W. SUCKSDORFF, *Das quantitative Vorkommen von Spaltpilzen im menschlichen Darmkanale* (Archiv f. Hyg., vol. IV, fasc. III).

(2) W. VIGNAL, *Recherches sur les micro-organismes des matières fécales* etc. (Archives de physiologie. Série III, t. X).

tation, pour éviter ainsi l'influence que la variété de la nourriture exerce sur la quantité des bactéries.

J'ai effectué mes recherches sur 20 animaux, dont 10 herbivores et 10 omnivores et carnivores, et précisément sur deux animaux de chaque espèce afin d'obtenir des résultats plus sérieux. La méthode adoptée dans mes investigations était la suivante: Je choisisais des animaux tout à fait sains; avant de les sacrifier, je les soumettais pendant 4 ou 5 jours à un régime nutritif uniforme et régulier, tâchant ainsi, autant que possible, d'obtenir que la quantité de bactéries renfermées dans les aliments fût, dans certaines limites, approximativement la même.

Les animaux étaient sacrifiés 4 ou 5 heures après le dernier repas, c'est-à-dire au moment où la digestion stomacale pouvait être bien avancée. Il n'y eut d'exception touchant le régime alimentaire que pour deux bœufs. Les animaux étaient toujours tués par le moyen de la strangulation, ayant exclu l'usage des poisons (tels que le chloroforme, la strychnine, etc.) afin d'éviter l'influence qu'ils pouvaient exercer sur les bactéries du tube gastro-intestinal.

Tout de suite après la mort de l'animal, on ouvrait la cavité abdominale, et, chez tous les sujets d'expérience, abstraction faite des deux bœufs et des plus petits animaux, on liait l'œsophage près du cardia et le rectum à proximité de l'anus. Après quoi, on coupait l'œsophage en dessus de la ligature et le rectum en dessous de celle-ci, et, après avoir extrait de la cavité abdominale tout le tube gastro-entérique, on le lavait dans une solution de sublimé corrosif (1:2000) et ensuite on le rinçait dans de l'eau stérilisée et on l'étendait sur une lame en verre d'abord lavée avec la même solution de sublimé, puis avec de l'alcool.

Au moyen d'instruments stérilisés à la flamme on ouvrait l'estomac, et avec une spatule stérilisée on en rendait bien homogène le contenu, dont une petite partie était introduite dans un large tube à réaction qu'on avait tenu bouché avec de la ouate, après l'avoir stérilisé à une température de 150° C. pendant une heure et pesé exactement.

Après cette opération, on pratiquait l'ouverture de l'intestin grêle dans la moitié de sa longueur; on en rendait également bien homogène le contenu, dont on renfermait une petite partie dans un autre tube à réaction. Chez les plus petits animaux, tels que le faucon, la chouette, le rat, il m'était plus facile de lier l'intestin grêle à la partie dont je voulais extraire le contenu et de le couper, pour en com-

primer un bout entre les doigts afin d'en faire sortir le contenu que je recevais sur une spatule; j'en faisais autant pour le contenu du gros intestin et du rectum de ces animaux.

Dans un troisième tube à réaction, je mettais une petite quantité du contenu du gros intestin, extrait du tiers supérieur de cet organe.

Dans un quatrième tube, je renfermais le contenu du rectum enlevé tout près de l'anus. Pour les deux bœufs, ainsi que pour deux veaux (ceux-ci, comme nous allons voir, n'ont pas été compris dans la série des sujets d'expérience), je m'exemptais de lier l'œsophage et le rectum, extrayant le contenu du tube gastro-entérique en suivant autant que possible les règles antiseptiques, contenu dont je mettais une bonne partie dans des récipients en verre neufs et stérilisés, et cela parce que je me procurai ces matériaux d'expérience à l'abattoir public de cette ville. Ces vases n'étaient pas sitôt remplis qu'ils étaient transportés au laboratoire, où des tubes à réaction recevaient une petite quantité de la substance qu'ils renfermaient, quand elle avait été rendue bien homogène.

Tandis que chez tous les animaux sacrifiés, j'ai pu trouver, dans l'estomac, dans le gros intestin et dans le rectum, une quantité suffisante et même abondante de contenu, chez 5 ou 6 d'entre eux, l'intestin grêle était presque vide, et je n'ai pu en extraire qu'une petite quantité d'un liquide dense, coloré, qui était du suc intestinal. Dans tous ces cas, j'ai exclu les animaux de mes recherches, parce que chez deux veaux, qui avaient présenté cette vacuité de l'intestin grêle et dont j'avais extrait le contenu gastro-entérique, tandis que dans l'estomac j'eus pour un décigramme de contenu 19,584 et respectivement 118,000 colonies, dans le gros intestin 6,523,438 et respectivement 1,524,358, et dans le rectum 10,729,927 et respectivement 1,712,178, le contenu de l'intestin grêle d'un de ces veaux fut tout à fait sans bactéries, et dans celui de l'autre il ne s'est développé que 3 colonies.

Tout de suite après avoir introduit, avec les précautions nécessaires, le contenu dans les tubes à réaction, je les pesais avec précision. Et de l'augmentation en poids, je calculais, jusqu'aux milligrammes, la quantité de matière qui devait servir pour l'examen. Cette quantité a varié

pour le ventricule	{	herbivores, entre 0,130 et 0,504
		omnivores et carnivores, entre 0,053 et 0,230
pour l'intestin grêle	{	herbivores, entre 0,48 et 0,239
		omnivores et carnivores, entre 0,066 et 0,128;

pour le gros intestin	{	herbivores, entre 0,092 et 0,211
		omnivores et carnivores, entre 0,043 et 0,222;
pour le rectum	{	herbivores, entre 0,047 et 0,201
		omnivores et carnivores, entre 0,041 et 0,108.

Il m'est quelquefois arrivé, que la quantité recueillie, malgré la dilution, présentait un si grand développement de colonies, que je ne pouvais en déterminer le nombre; dans ces cas, les animaux dont je m'étais servi étaient exclus comme sujets d'expérience. J'en avais pris note pour les autres animaux de la même espèce.

Connaissant le poids de la substance renfermée dans chacun des tubes à réaction, je la diluais, dans des matras bouchés par de la ouate, avec 150 cm. c. d'eau stérilisée par l'appareil à vapeur de Koch agissant pendant deux heures. J'opérais la dilution de manière à obtenir une division uniforme du contenu dans le liquide, qui, à cet effet, était versé, à plusieurs reprises, après la stérilisation des bords du matras, dans le tube à réaction, et chaque partie, le contenu ayant été divisé au moyen d'une grosse aiguille de platine ou d'un bâtonnet en verre stérilisés, était transvasée dans un autre matras stérilisé; il va de soi que dès le commencement de l'opération on passait à la flamme du gaz les bords des tubes à réaction. Après avoir porté dans le matras la substance divisée dans les 150 cm. c. d'eau d'une manière homogène, on l'agitait à plusieurs reprises pendant quelques minutes, afin de laver, pour ainsi dire, d'une manière complète les particules solides du contenu qui se trouvaient encore en suspension dans le liquide. On s'occupait ensuite des préparations sur les lames en verre en suivant la méthode de Koch. Une des lames, on la préparait ordinairement avec 8 cm. c. de gélatine, rendue légèrement alcaline, dans laquelle on mettait  $\frac{1}{5}$  de cm. c. de la matière diluée; pour la seconde lame, on employait  $\frac{1}{10}$  de cm. c. Dans quelques cas, n'ayant pas obtenu un résultat satisfaisant, on devait employer une quantité moindre, soit  $\frac{1}{10}$  et  $\frac{1}{20}$  de cm. c. Pour la mesure de la quantité de substance à ensemen-  
cer, on faisait usage de pipettes exactement graduées et dont 1 cm. c., d'après ce qu'on avait pu vérifier, correspondait absolument à 20 gouttes. Quand les préparations sur les lames de verre étaient faites, elles étaient conservées à la température du laboratoire, et l'on commençait plus ou moins vite l'énumération des colonies qui s'étaient produites, selon les diverses conditions de développement. On comptait toujours, quelque temps après (24-36 h.) le calcul de la totalité des colonies, le nombre des liquéfiantes.

Cette méthode présente naturellement quelques défauts, comme on le vérifie presque toujours, quand il s'agit de préparations sur lames de verre pour déterminer le nombre des colonies. Il en résulte qu'on ne peut pas obtenir dans les observations une précision absolue. On doit cependant admettre que, pour le but de nos recherches, il n'était pas nécessaire de connaître exactement le nombre des microorganismes renfermés dans une quantité connue de la matière à examiner, mais qu'il suffisait d'avoir un résultat qui permît de comparer les divers nombres de colonies qu'on pouvait déterminer approximativement dans la même quantité de substance prise dans chacune des différentes parties du tube gastro-entérique. Du reste, le développement très rare, sur les lames de culture, des colonies de bactéries provenant de l'atmosphère, et le fait bien connu que jamais on n'eut, autour des particules solides de la substance introduite dans la gélatine, le développement d'un plus grand nombre de colonies que celui qui se trouvait dans le reste du milieu de culture, doivent nous persuader que les inconvénients dépendant soit de la possibilité d'un mélange avec des bactéries étrangères, soit de la manière dont la matière était distribuée dans l'eau, ne sont pas de nature à diminuer la valeur des résultats.

Je me limitais à faire l'énumération des colonies qui s'étaient développées, tenant compte de leur nombre complexe et particulièrement des liquéfiantes. Je fais observer, en passant, que dans la plupart des animaux, le nombre d'espèces de microorganismes trouvés dans le tube gastro-entérique était très limité, et qu'il se réduisait souvent à deux ou trois espèces, qui se présentaient bien conservées dans le contenu du ventricule et de toutes les diverses parties de l'intestin. Je n'ai pas toujours vu le développement de moisissures. Je ne l'ai presque jamais observé chez les omnivores ni chez les carnivores. Ce n'est que dans le contenu de l'estomac que je l'ai vérifié. — Souvent, chez les herbivores surtout, j'ai trouvé des plaques, dont les colonies n'appartenaient presque qu'à une seule espèce de microorganismes: c'est à peine si j'y ai vu quelques rares colonies de microbes d'une autre espèce.

Des résultats de ces recherches, relativement au nombre des colonies qui se sont développées, nous pouvons tirer des déductions générales par rapport aux deux groupes d'animaux. Nous notions, en effet, que dans toutes les parties du tube gastro-intestinal indistinctement le nombre des microorganismes a été beaucoup plus considérable chez les omnivores et les carnivores que chez les herbivores, ce qu'on pouvait prévoir, en considérant la différence entre les aliments des herbivores et ceux

des omnivores et des carnivores. Les derniers se décomposent facilement, ce qui n'a pas lieu pour les substances nutritives des herbivores, quand les végétaux dont ils font leur alimentation sont consommés frais ou secs.

Quoique très intéressante, cette observation n'est, cependant, que d'une importance secondaire, en comparaison de celles que nous pouvons faire, surtout pour ce qui regarde le rapport des quantités de micro-organismes trouvés dans les diverses parties du tube gastro-entérique.

Il résulte de mes recherches que, dans 8 des 10 animaux herbivores, on trouva une augmentation, chez la plupart assez considérable, dans le nombre des colonies qui s'étaient développées dans un déci-gramme du contenu de l'intestin grêle, comparativement au nombre de celles qui s'étaient manifestées dans une quantité égale du contenu de l'estomac; nous pouvons conséquemment établir que, chez les animaux herbivores dont nous nous sommes servi dans nos études, *le plus souvent le nombre des bactéries était plus grand dans le contenu de l'intestin grêle que dans celui de l'estomac*. On peut en inférer que chez les herbivores, l'action du ventricule sur les bactéries n'est pas de nature à les détruire en grand nombre, et, peut-être avec plus de fondement encore, que les bactéries trouvent dans l'intestin grêle un terrain favorable pour leur reproduction. Dans le gros intestin des herbivores, nous constatons toujours *une augmentation très considérable du nombre des microorganismes en comparaison du contenu de l'estomac, et le plus souvent aussi une augmentation par rapport au contenu de l'intestin grêle*. — Elle était, au contraire, très variable, chez les herbivores, la relation entre le nombre des bactéries du contenu du gros intestin et celui des bactéries du rectum. — Je dois faire observer, ici, qu'en général, aussi bien chez les herbivores que chez les omnivores et les carnivores, je constatai que les microorganismes étaient bien plus nombreux quand le contenu était plutôt liquide que lorsqu'il était solide, et que, dans ce dernier cas, la diminution se manifestait surtout dans le contenu du gros intestin.

Si, dans cette étude comparative, nous passons aux omnivores et aux carnivores, nous observons un fait de la plus grande importance; c'est que, parmi dix animaux omnivores et carnivores, contrairement à ce qui a été dit du premier groupe, on a reconnu chez un seul une légère augmentation dans le nombre des bactéries trouvées dans le contenu de l'intestin grêle en comparaison de ceux du ventricule; chez les autres animaux, on a toujours vu une diminution, et la différence,

dans la plupart des cas, a été assez sensible. Nous pouvons en déduire que, *chez les omnivores et carnivores que nous avons examinés, à l'inverse de ce qui s'est vérifié chez les herbivores, les bactéries introduites dans l'estomac y sont détruites en grande partie, et que ces microorganismes ne trouvent pas dans l'intestin grêle un milieu bien favorable pour leur reproduction.* Les conditions convenables pour leur multiplication se trouveraient, aussi bien que chez les herbivores, dans le gros intestin des omnivores et des carnivores; nous voyons, en effet, même chez ces derniers animaux, et d'une manière encore plus constante que chez les herbivores, une augmentation très sensible de la quantité de microorganismes dans cette partie de l'intestin. Dans le contenu du rectum, nous trouvons tantôt une augmentation, tantôt une diminution du nombre de microorganismes relativement à leur quantité dans les matières du gros intestin.

De ce qui précède, nous pouvons tirer la conclusion suivante: *la plus grande reproduction de microorganismes s'effectue constamment dans le gros intestin, et cette reproduction, avec l'augmentation correspondante du nombre, peut aussi se vérifier dans le rectum;* cependant, dans le contenu de cette dernière partie de l'intestin, chez les omnivores et les carnivores, on a, plus fréquemment que chez les herbivores, une diminution.

Touchant les colonies produites par les bactéries qui liquéfient la gélatine, on peut noter que leur développement, relativement au nombre, correspond, le plus souvent, à la quantité des colonies en général; aussi, pouvons-nous admettre que, dans le tube gastro-entérique, les microorganismes liquéfiant la gélatine subissent, en général, les mêmes phases que les bactéries qu'on trouve communément dans le contenu du ventricule et des intestins des animaux.

---



# Contribution à l'étude du système nerveux périphérique de l'*Amphioxus lanceolatus*

par le Dr ROMEO FUSARI (1).

(Institut anatomique de l'Université de Messine).

Je résume ici le résultat de quelques-unes de mes recherches sur l'*amphioxus lanceolatus*, faites en partie dans le laboratoire du prof. Kleinenberg, me réservant de publier bientôt une note plus ample avec les figures qui s'y rapportent.

Si on jette un coup d'œil sur ce qui a été écrit sur le système nerveux périphérique de l'*amphioxus* on est frappé des contradictions et des incertitudes qui règnent au sujet des questions que les auteurs se sont proposé de résoudre. Chaque observateur, pour ainsi dire, a son opinion propre sur le mode dont les nerfs se terminent à la peau, et pendant que bon nombre d'entre eux admettent l'existence d'anastomoses, de plexus et de ganglions dans les nerfs cutanés, d'autres la nient absolument. En outre, Rohon (2) seul affirme, sans rien déterminer pourtant, l'existence de fibres sympathiques, et seuls, ce même auteur, Leuckart et Pangenstecker (3) ont vu des nerfs qui vont aux branchies.

En préparant les nerfs périphériques de l'*amphioxus* avec le chlorure d'or et de potassium par le procédé indiqué par le prof. Golgi (4)

(1) *La Riforma medica*, an. IV, août 1888.

(2) ROMON, *Untersuchungen über Amphioxus lanceolatus*. Denkschr. d. Kais. Akad. der Wissensch., Math. Cl. 45 Bd., Wien, 1882.

(3) K. LEUCKART und A. PAGENSTECKER, *Untersuchungen über niedere See-thiere* (Müller's Archiv, 1858).

(4) C. GOLGI, *Sui nervi dei tendini dell'uomo e di altri vertebrati e di un nuovo organo terminale musculo-tendineo* (Memorie della R. Accademia delle scienze di Torino. Série II, t. XXXII, 1881).

et dont A. Cattaneo (1) s'est servi aussi avec succès, j'ai pu mettre en évidence, et un plexus nerveux sympathique, et les nerfs branchiaux. Quant à la terminaison des nerfs dans la peau, si j'ai pu me faire une opinion, je n'ai pu malgré mes efforts arriver à des préparations absolument démonstratives.

Comme on le sait, les nerfs de l'*amphioxus* ont deux modes d'origine dans le système nerveux central. Les uns proviennent de la partie latérale de la moelle épinière et prennent le nom de racines ou nerfs dorsaux, les autres au contraire prennent leur origine aux angles inférieurs et sont nommés racines ou nerfs ventraux; on sait aussi qu'il n'existe pas de rameau de communication entre les racines dorsales et les racines ventrales, et l'on sait encore que les nerfs dorsaux et les nerfs ventraux sortent de la moelle alternativement: ainsi, à un nerf dorsal de droite correspond un nerf ventral de gauche, ou encore, à un nerf dorsal de gauche correspond un nerf ventral de droite.

Les nerfs ventraux, dont l'existence a été mise en doute par quelques auteurs et niée par Balfour (2), ont cela de particulier qu'ils sont composés de fibres paraissant pour la plupart striées transversalement, si bien que Rohde (3) les considère absolument comme des fibres musculaires. Ces fibres traversent isolément la dure-mère et se répandent ensuite en éventail dans les myocommes adjacentes.

Je n'ai pas pu découvrir d'autres détails dans les fibres. Les nerfs dorsaux paraissent être entourés d'une gaine connective qui est la continuation du tissu de la dure-mère. Près de la moelle ils présentent un petit renflement, qui fut considéré comme un ganglion par quelques auteurs, mais qui n'en est pas un, vu qu'il ne contient pas de cellules ganglionnaires.

Le nerf se dirige ensuite en dehors et un peu en haut à travers les muscles latéraux pour se bifurquer à une certaine distance du tissu sous-cutané: la plus petite branche, arrivée dans le tissu con-

(1) A. CATTANEO, *Sugli organi nervosi terminali musculo-tendinei* (Memorie della R. Accad. delle scienze di Torino. Série II, t. XXXII, 1881; *Archives italiennes de Biologie*, t. X, p. 337).

(2) F. M. BALFOUR, *On the spinal nerves of Amphioxus* (*Quart. Journal of microscop. Science*, Jan., 1880).

(3) ROHDE, *Histologische Untersuchungen über das Nervensystem von Amphioxus* (*Vorläufige Mittheilung*) (*Zool. Anzeiger*, 1888).

nectif sous-cutané, s'infléchit en haut, et va innervier toute la portion dorsale de la peau; l'autre branche continue la direction du nerf, et, un peu avant d'arriver à la peau, donne naissance à un petit rameau qui va se distribuer sur les parties latérales de la peau de l'animal. Ensuite, cette même branche, après avoir pénétré sous la peau, descend presque directement en bas, et après son arrivée à la ligne de démarcation entre les muscles de la région latérale et ceux de la région ventrale se divise en deux branches terminales.

L'une d'elles, l'externe, est cutanée; elle continue à descendre et va distribuer ses filaments sur la peau qui revêt les canaux latéraux et la surface ventrale; l'autre, qui devient plus large et aplatie, pénètre profondément dans l'espace qui sépare les muscles latéraux de ceux du ventre.

Arrivé sous le péritoine, il se divise en deux parties: une branche se distribue au péritoine même, et c'est la branche sympathique; l'autre remonte obliquement en haut et en avant, et au moyen du ligament dentelé va se mettre en rapport avec les branchies. Je dois faire observer ici, que ce ne sont que les nerfs spinaux antérieurs (de 6 à 16 selon Rohon) qui envoient des ramifications branchiales, et que les nerfs caudaux sont réduits au seul rameau cutané.

Or en étudiant, avec plus de détails, ce qui concerne les nerfs cutanés, j'ai pu trouver la cause de la divergence des opinions qui ont cours relativement à la manière dont ils se comportent. Elle est en effet différente selon les régions: ainsi sur la peau du dos et des régions latérales, il est tout à fait exceptionnel de rencontrer des anastomoses entre deux rameaux nerveux; tandis que, sur la peau du ventre, elles sont si nombreuses, et pour les grosses branches nerveuses et pour les petits filaments, qu'on peut dire que cette région forme comme un véritable plexus.

Par conséquent il est assez probable que les divers observateurs ont porté leur attention sur des régions différentes de la peau et obtenu des résultats différents. Dans la peau du ventre j'ai pu découvrir aussi la présence de cellules ganglionnaires dans les points nodaux, et j'y ai rencontré aussi de petits ganglions formés de deux cellules nerveuses.

Les dernières ramifications des nerfs cutanés sont des fibrilles très ténues, lesquelles, dans les préparations faites au moyen du chlorure d'or, paraissent avoir une terminaison libre, ou encore finir dans des espèces de renflements fusiformes. J'ai vu aussi sur des coupes très

fines que quelques filaments traversent la cuticule qui, chez l'*amphioxus*, supporte les cellules épidermoïdes.

D'autre part, sur des préparations de la peau, obtenues au moyen de la lacération, j'ai pu voir ces petites cellules allongées, en forme de calice déjà décrites par Langerhans (1), pourvues d'un prolongement à leur extrémité basale. Pour tous ces faits je me range à l'opinion de ce dernier observateur, qui admet une connection directe entre les extrémités nerveuses et les cellules épithéliales, en me basant pour cela sur ce fait, que, en histologie, il ne manque pas d'exemples de cette disposition.

Comment se fait la terminaison des nerfs aux branchies ? Rohon, le seul qui parle de la terminaison de ces nerfs, dit simplement qu'ils finissent en forme de pinceau; j'ai pu au contraire voir d'une manière assez claire qu'ils vont se ramifier sur la membrane externe qui revêt l'appareil branchial, sur laquelle les divers rameaux, en s'entrecroisant d'une manière variée et en se rejoignant, forment un réseau de mailles de grandeur inégale avec de gros points nodaux; réseau très délicat sur certains points, et qui, en son ensemble et en proportions plus grandes, rappelle un peu ces espèces de réseaux que forment souvent les pseudopodes des amibes.

Quant aux branches que j'ai appelées sympathiques en raison des organes où elles vont se distribuer, on peut les distinguer surtout en deux types de ramification.

Le premier se rencontre sur la membrane qui tapisse la région antérieure et latérale de la partie interne du corps. Ici, apparaît un vrai plexus serré, de mailles le plus souvent rectangulaires, dont les fibres transversales sont généralement plus fortes que les fibres longitudinales.

Ce réseau change d'aspect à mesure qu'il avance vers la région ventrale, et acquiert peu à peu l'aspect caractéristique du réseau nerveux de la membrane péritonéale qui revêt les muscles du ventre. On trouve de particulier sur ce réseau, quelques petites lignes plus obscures venant à très peu de distance les unes des autres sur le parcours des branches nerveuses et sur les principaux filets du réseau.

Ces lignes ont toutes la même direction, si bien, que les nerfs sont

---

(1) LANGERHANS, *Zur Anatomie des Amphioxus lanceolatus* (Arch. f. mikr. Anat. Bd. XII, 1876).

coupés par elles à angles qui varient à mesure que les nerfs eux-mêmes changent de direction. Ces mêmes lignes sont à leur tour le point de départ de fibrilles extrêmement ténues parallèles les unes aux autres, remplissant les larges mailles du plexus. Quelques rares filets font exception à cette règle; ceux-ci décrivent des courbes irrégulières et viennent entrecroiser les filets du plexus sous tous les angles.

Sur les cirres buccaux se trouvent deux autres plexus nerveux très élégants, l'un externe, l'autre interne. L'un et l'autre sont formés par les nerfs dorsaux antérieurs (3<sup>me</sup> et 4<sup>me</sup> paires) qui, à peu de distance des centres nerveux, se divisent en une branche qui reste interne, laquelle, avec les autres branches du même nom, va former le plexus interne, et en une branche qui se porte en dehors et concourt à former le réseau externe.

Les deux réseaux, d'après ce que j'ai pu observer, sont complètement isolés l'un de l'autre, c'est-à-dire qu'aucun filament ne les unit. Le plexus externe est déjà connu en partie, car avec les méthodes ordinaires on peut mettre en évidence au moins les mailles les plus fortes; cependant j'ai pu le suivre jusqu'à l'extrémité libre des cirres, et j'ai pu, en plus, observer que les corpuscules fusiformes, dans lesquels viennent se terminer à la peau les filaments nerveux, y sont très nombreux, spécialement à la base des papilles des cirres. Personne jusqu'à ce jour n'a parlé du réseau interne; il est limité à la base des cirres et s'étend sur toute la hauteur des muscles qui se trouvent entre un cirre et l'autre. Le mode de formation de ce plexus est curieux: chaque rameau nerveux afférent se jette sur un gros nerf, qui, lui, par un parcours transversal forme comme un anneau autour de cet autre anneau formé par les pièces basales des renflements cartilagineux des cirres de droite et de gauche; de l'anneau nerveux partent et vont à la périphérie deux ou trois filets qui se divisent et s'anastomosent ensuite entre eux d'une manière variée, et forment un plexus qui a un peu l'aspect du réseau formé par les nerfs branchiaux. La légère membrane qui supporte le réseau interne des cirres s'appuie sur les muscles de ces derniers; elle ne paraît cependant pas servir à l'innervation musculaire, mais elle sert à donner la sensibilité à la muqueuse qui revêt la face interne de cette région muqueuse dans laquelle on rencontre un haut épithélium cylindrique à longs cils vibratiles.

Je dirai, en finissant, quelques mots de deux premières paires de

nerfs, lesquelles ont été considérées par la plupart des auteurs comme analogues de la cinquième paire des nerfs crâniens des autres vertébrés. Ces nerfs offrent cette particularité, qu'ils portent sur leurs dernières ramifications des corps spéciaux qui furent interprétés d'une manière différente par les observateurs. Les uns en effet les ont considérés comme étant des corps glandulaires, les autres comme des ganglions et d'autres encore comme des terminaisons nerveuses spéciales.

Ces corps sont composés d'une, de deux et même de trois ou quatre cellules qui, en raison de leur protoplasma très granuleux, de l'aspect du noyau et de l'existence de prolongements qui sont en connexion avec la fibre nerveuse, sont regardées comme des cellules nerveuses. Une gaine connective, qui est en continuation avec la gaine propre du nerf, entoure ces corps en leur donnant une forme sphérique ou ovale. Entre l'enveloppe connective et les cellules nerveuses il y a un endothélium formé de cellules en forme de lamelle ou de calotte.

De ces corps prennent origine une, deux et même trois fibres nerveuses, qui peuvent se terminer sous l'épithélium sans rien offrir de particulier, ou bien présenter à la fin de leur parcours d'autres corps semblables, et donner ainsi naissance à d'autres fibres nerveuses. C'est pourquoi je crois que, au lieu de considérer ces corps comme terminaux, on doit plutôt les regarder comme étant des ganglions périphériques, ainsi qu'ils ont été présentés déjà par Lenckart et Pangentecker, par Stieda (1) et par Langerhans.

---

(1) L. STIEDA, *Studien über den Amphioxus* (Mémoires de l'Académie imp. des sciences de St. Pétersbourg. VII<sup>e</sup> série, t. XIX, 1878).

*Sur la quantité de la glycose  
dans les épanchements séreux et purulents  
et dans les liquides kystiques <sup>(1)</sup>.*

RECHERCHES des Docteurs G. MYA et B. GRAZIADEI.

Dans les travaux publiés par divers auteurs (Schmidt, Méhu, Bock, Rosenbach, Jaksch) au sujet de la constitution chimique des liquides exsudats et transsudats, il y a toujours une lacune pour ce qui regarde la quantité de glycose contenue dans ces liquides. Les analyses qualitatives faites à ce propos sont également très peu nombreuses, le plus souvent limitées à de petites quantités de liquide (Eicchorst), et les résultats obtenus ne présentent point d'importance au point de vue du diagnostic différentiel. Nous avons cherché à combler cette lacune en étendant nos analyses à un bon nombre de cas (185) et à des quantités toujours considérables de liquide, le plus souvent 200 cm. c., jamais moins de 100 cm. c. Nous avons toujours pratiqué l'examen sur des liquides à peine extraits parce que nous avons constaté que, en quelques heures, la glycose, dans les liquides albumineux, disparaît par suite de fermentation. Nous n'avons jamais trouvé que, dans les liquides séreux contenant un ferment diastasique et glycogène abandonnés à eux-mêmes, il se soit formé de la glycose comme le voudrait Eicchorst.

La méthode suivie par nous fut la suivante: — a) déalbumination préalable par la méthode de Hofmeister (adjonction de solution à 10 % d'acétate de soude, chlorure ferrique jusqu'à coloration rouge intense, neutralisation attentive avec de l'hydrate de sodium ou de potassium, ébullition et filtration successive); — b) lavage du caillot avec de l'eau bouillante pour exporter la glycose (jusqu'à 0,20 %) qui peut rester prise dans le caillot; — c) évaporation à faible chaleur jusqu'à ce qu'on obtienne de nouveau la quantité primitive de liquide (200 cm. c.); — d) analyse qualitative par la méthode de Worm-Muller qui dévoile 0,025 %, et, dans les cas affirmatifs, dosage avec le liquide titré de Fehling. Les chiffres rapportés sont la moyenne de deux ou trois dosages.

(1) *Giornale della R. Accademia di medicina di Torino*, 1888, p. 437.

En même temps que nous opérions le dosage de la glycose, nous avons tenu compte du poids spécifique et de la quantité d'albumine déterminée ou par la méthode du pesage direct (Scherer) ou avec l'albuminimètre de Esbach.

Les moyennes des résultats obtenus par nous et brièvement résumés sont les suivantes:

A) *Épanchements pleuriques.*

	Glycose en gr. %
1 <sup>re</sup> série. — Cardiopathies et artérites chroniques (12 cas) . . . . .	0,082
2 <sup>e</sup> » — Rhumatisme articulaire aigu avec complications viscérales (6 cas) . . . . .	0,069
3 <sup>e</sup> » — Tuberculose constatée (autopsie ou découverte des bacilles dans les crachats) de la plèvre (14 cas) . . . . .	0,068
4 <sup>e</sup> » — Tuberculoses douteuses (hérédité, cohabitation avec des per- sonnes tuberculeuses - structure individuelle - durée du processus, persistance de la fièvre) (10 cas) . . . . .	0,071
5 <sup>e</sup> » — Pleuro-pulmonite croupale (8 cas) . . . . .	0,048
6 <sup>e</sup> » — Exsudats purulents (pyogènes communs) (5 cas) . . . . .	0,000
7 <sup>e</sup> » — Pleurésies séro-fibrineuses aiguës (guérison rapide, individus robustes) (18 cas) . . . . .	0,041
8 <sup>e</sup> » — Maladie de Bright (1 cas) . . . . .	0,154
9 <sup>e</sup> » — Néoplasmes de la plèvre (3 cas) . . . . .	0,062
Moyenne générale	0,068

B) *Épanchements péritonéaux.*

	Glycose en gr. %
1 <sup>re</sup> série. — Cardiopathies et athérome (9 cas) . . . . .	0,083
2 <sup>e</sup> » — Cirrhose hépatique (18 cas) . . . . .	0,089
3 <sup>e</sup> » — Tuberculose du péritoine (8 cas) . . . . .	0,092
4 <sup>e</sup> » — Péritonites séreuses simples (2 cas) . . . . .	0,022
5 <sup>e</sup> » — Néoplasmes (9 cas) . . . . .	0,076
6 <sup>e</sup> » — Exsudats purulents (4 cas) . . . . .	0,000
7 <sup>e</sup> » — Maladie de Bright (1 cas) . . . . .	0,104
Moyenne générale	0,067

C) Tunique vaginale du testicule — moyenne générale (3 cas) . . . . .	0,062
D) Connectif sous-cutané — moyenne générale . . . . .	0,088
E) Liquides endokystiques (3 cas) . . . . .	0,000
F) Liquides amniotiques. . . . .	traces

Des chiffres sus-indiqués il nous semble qu'on peut tirer les conclusions suivantes:



1° Les liquides provenant de maladie de l'appareil circulatoire, de sérosités multiples d'origine rhumatismale, de tuberculoses, de néoplasmes, de cirrhose hépatique, contiennent en moyenne la même quantité de glycose qui se trouve dans le sérum du sang, dans la lymphe, dans le chyle etc. (gr. 0,04, 0,12 %, selon Frerichs). On peut donc conclure que la glycose des liquides séreux est égale à celle du sérum sanguin (et rien n'empêche d'admettre qu'elle n'en provienne, attendu que, pour les composants inorganiques et pour le rapport entre sérine et globuline, il y a une analogie assez constante entre le sérum sanguin et les liquides séreux) et qu'elle ne subit, par le fait de la permanence dans la cavité séreuse, aucune modification.

2° Les liquides provenant de pleuro-pulmonite croupale et de pleurésies très probablement non tuberculeuses contiennent très peu de glycose ou même n'en contiennent pas du tout. Ce fut un résultat constant, bien que ces pleurésies, que nous appelons franches, aient eu un cours accompagné de phénomènes cliniques inflammatoires bien accentués et qu'elles aient donné des exsudats à un haut poids spécifique et contenant beaucoup d'albumine.

3° Les liquides provenant d'exsudats purulents produits par les pyogènes communs ne présentent jamais de glycose. — Cette absence pourrait être regardée comme due à la consommation de la glycose par les pyogènes qui, comme on le sait, ont des affinités pour les liquides contenant du sucre. Nous ne pouvons rien dire sur la présence ou l'absence de la glycose dans les exsudats purulents dus au bacillus tuberculaire, parce que nous n'avons eu aucun cas de ce genre.

4° Les liquides provenant de kystes ovariens ou des ligaments larges ne contiennent pas du tout de glycose.

5° Les liquides provenant d'hydrocèle contiennent peu de glycose.

6° Les liquides amniotiques ne contiennent que des traces de glycose.

Ces conclusions, croyons-nous, peuvent fournir d'utiles indices pour la diagnose différentielle entre pleurite tuberculeuse et pleurite franche, entre transsudat péritonéal et kyste de l'ovaire, entre péritonite simple et transsudat par empêchement dans l'appareil de la veine porte, par suite d'insuffisance cardiaque ou de maladie de Bright (parce que dans ces derniers cas la quantité de glycose est supérieure à 0,1 %, et cela en rapport avec la richesse plus grande en glycose du sang contenu dans l'appareil de la veine porte).

---

## *Sur les réflexes vasculaires cutanés dans la fièvre (1).*

RECHERCHES des Docteurs E. MARAGLIANO et P. LUSONA.

### I. — Réflexes vasculaires cutanés dans des conditions physiologiques.

Nous nous sommes proposé de rechercher si, dans la fièvre, les mouvements réflexes, qui se déterminent dans les vaisseaux cutanés par suite d'excitations également cutanées, subissent des modifications appréciables en comparaison de celles qui se produisent durant l'apyrexie.

Chez l'homme, il ne fut fait d'études à ce sujet que par Brown-Séquard et Tholozan (2) il y a quelques années et, plus récemment, par Mosso (3) et par Fano (4).

Les recherches de Brown-Séquard et de Tholozan furent conduites en évaluant les modifications qui se déterminaient dans la température d'une main tandis que l'autre était soumise à des impressions thermiques. Cette méthode très imparfaite n'est pas capable de mettre en pleine évidence des phénomènes aussi délicats et qui s'accomplissent dans une période de temps relativement brève. Les recherches de Fano, faites avec une méthode précise, rigoureuse et parfaite, ne furent cependant exécutées que sur un seul individu; par conséquent, si exactes qu'elles fussent, elles ne pouvaient comprendre ces éventualités qui se produisent si facilement de sujet à sujet, spécialement dans le champ de l'innervation.

Nous avons donc commencé par rechercher absolument le mode physiologique de se comporter des réflexes vasculaires, pour les étudier ensuite dans leurs rapports avec la fièvre. La méthode suivie dans nos recherches fut celle de Fano.

(1) *La Riforma medica*, anno IV, febbraio 1888.

(2) *Journal de physiologie de l'homme et des animaux*, I, p. 497, 1858.

(3) A. Mosso, *Application de la balance à l'étude de la circulation chez l'homme* (*Archives italiennes de Biologie*, t. V, p. 130).

(4) G. FANO, *Sui morimenti riflessi dei vasi sanguigni nell'uomo*. Genova, 1885.

On enfermait l'avant-bras dans un tube de verre et, par le moyen de la transmission à air, on décrivait les oscillations du pouls et celles du volume des vaisseaux sur un cylindre tournant. Le temps était enregistré par un diapason Verdin avec vibrations à un dixième de seconde. Les stimulations étaient faites au moyen d'une très rapide excitation électrique sur l'avant-bras opposé, et le moment où l'excitation avait lieu était marqué sur le même cylindre au moyen d'un signal électrique Desprez, enfermé dans le circuit. Les sujets en expérience étaient placés dans une petite chambre isolée; on leur bandait les yeux et on leur bouchait les oreilles pour éliminer, dans les limites du possible, l'intervention de toute autre excitation qui pût être déterminée par des impressions acoustiques et visuelles.

Comme ces différentes opérations préparatoires déterminent chez le sujet une certaine agitation qui se reflète sur les vaisseaux, on attendait le temps nécessaire, variable de sujet à sujet, et qui se prolonge quelquefois au delà d'une demi-heure, pour qu'à cette période d'agitation en succédât une de calme. On avait alors des tracés réguliers traduisant seulement les oscillations du pouls et les variations périodiques dans le volume des vaisseaux induites par la respiration. Nos recherches sur la manière de se comporter, chez l'homme, des réflexes vasculaires, furent exécutées sur 66 individus et peuvent être divisées en deux séries: l'une comprend les sujets chez lesquels l'excitation électrique ne donna lieu à aucune réaction vasculaire, et l'autre les sujets chez lesquels on eut des réactions.

Le manque de réaction se rencontre assez fréquemment et il nous arriva de le constater dans un tiers des sujets soumis à l'expérience, bien que nous les eussions entourés de toutes les précautions possibles dans le but de nous prémunir contre toute cause appréciable d'erreur. Ce résultat négatif ne doit, du reste, pas surprendre. Grützner et Heidenhain (1), en expérimentant sur les animaux avec des excitations électriques, chimiques et mécaniques, ne virent, bien souvent, aucune réaction.

En déterminant, au contraire, chez les mêmes animaux, des excitations légères et très superficielles, comme la titillation avec les barbes d'une plume, le souffle, nous observâmes quelquefois la réaction. Chez nos sujets réfractaires, cependant, ces très légères excitations demeu-

(1) *Pflüger's Archiv*, Bd. XVI, p. 157.

raient également, pour l'ordinaire, sans résultat. Une fois seulement nous avons eu, avec la titillation, un résultat positif dans une jeune fille chez laquelle les excitations électriques avaient été sans effet.

Du reste, les diverses modalités d'actions réflexes sont, de leur nature, très variables d'individu à individu, et, de même qu'il arrive assez souvent d'avoir, chez des sujets sains, des résultats négatifs dans l'essai des divers réflexes, ainsi en arrive-t-il pour les réflexes vasculaires.

Une autre série de nos recherches comprend les cas dans lesquels on eut des résultats positifs.

Les réactions que l'on obtient dans les vaisseaux d'un avant-bras en excitant, avec l'électricité, un point de la peau de l'autre avant-bras, se manifestent, ou par des phénomènes de constriction, ou par des phénomènes de dilatation.

A) *Phénomènes de constriction.* — A la suite de l'excitation électrique on a une constriction des vaisseaux. Après la constriction on peut avoir, non-seulement le retour au volume précédent, mais encore une dilatation plus marquée: c'est-à-dire qu'il peut y avoir, secondairement, dilatation à la suite de la constriction. Selon toute probabilité il ne s'agit pas de réaction dilatatrice qui succède à la constriction, mais bien d'une modification du tonus vasculaire due à l'excitation soufferte.

Ces réactions constrictrices se manifestent à la suite d'un temps variable de sujet à sujet. Le minimum de temps que nous ayons vu s'écouler entre l'excitation et la réaction fut de secondes 3,1, le maximum, de 6,8; ordinairement de 4,5 à 5. Fano, chez son sujet, le vit osciller entre 1 et 7 secondes. La réaction peut se manifester: ou rapidement, la constriction atteignant sa propre acmé en deux ou trois secondes, ou lentement, mettant, depuis le moment où elle a commencé à se produire, pour arriver peu à peu au maximum, un temps qui en ces cas peut atteindre jusqu'à 14 secondes.

La durée de la réaction constrictrice varie de sujet à sujet; elle est cependant habituellement considérable. Il y a des individus chez lesquels elle dure de 10 à 12 secondes et d'autres chez lesquels elle peut durer de 22 à 25 secondes et même davantage; il nous est même arrivé de la voir durer 45 secondes.

Depuis le moment où la réaction se manifeste jusqu'à celui où le diagramme atteint sa hauteur primitive, il s'écoule un temps relativement très long, oscillant entre 40 et 50 secondes. Le minimum obtenu fut de 15" et le maximum de 64",6.

B) *Phénomènes de dilatation*. — Outre les réactions constrictrices, qui sont les plus fréquentes, on peut avoir des réactions dilatatrices.

Ces réactions déterminent dans le diagramme les modifications suivantes : 1° Une élévation de la ligne ; 2° Une plus grande accentuation de la courbe sphymique.

Le temps qui s'écoule entre le moment où l'excitation a lieu et celui où arrive la réaction dilatatrice reste dans les mêmes limites, déjà indiquées pour les réactions constrictrices. Cependant la durée des réactions dilatatrices est moindre que celle des réactions constrictrices. La durée maximum observée fut de 18'', la durée minimum, de 10''. — Le temps employé à atteindre le niveau primitif fut de 27''—41'',4.

Ce mode de répondre, des vaisseaux, aux excitations par une dilatation est digne de remarque, spécialement parce que, jusqu'à présent, les physiologistes n'ont trouvé de réactions dilatatrices que dans un champ très limité ; et, chez l'homme, autant que nous sachions, elles ne furent jamais démontrées.

Les modalités par lesquelles les réactions dilatatrices se manifestent dans nos recherches diffèrent, en quelques points, de celles par lesquelles elles se sont manifestées chez les animaux étudiés par les divers expérimentateurs, car, ordinairement, ils trouvèrent qu'elles ont coutume de se manifester moins rapidement et qu'elles durent plus longtemps que les réactions constrictrices, tandis que nous avons vu le contraire.

Pour obtenir les réactions vasculaires, soit constrictrices soit dilatatrices, à la suite des excitations cutanées, il est nécessaire que, entre une excitation et l'autre, il s'écoule un espace de temps jamais inférieur à deux minutes, mais ordinairement de cinq minutes. En laissant un bref intervalle entre une excitation et l'autre, la seconde excitation reste sans effet, ou l'on n'obtient qu'un effet très limité.

Toutes ces recherches que nous avons faites sur la manière de se comporter, dans l'homme, des mouvements réflexes des vaisseaux sanguins, à la suite d'excitations cutanées, prouvent que les réflexes vasculaires ne se manifestent pas d'une manière uniforme, mais qu'ils présentent des disparités notables de sujet à sujet. Chez quelques-uns on n'en obtient pas ; chez d'autres, ils se manifestent par des réactions constrictrices, et, chez d'autres encore, par des réactions dilatatrices. Les plus fréquentes sont les réactions constrictrices ; elles furent obtenues dans les quatre cinquièmes de nos cas positifs et les dilatatrices dans un cinquième seulement. Puis, il y a des individus chez lesquels les réflexes se manifestent plus rapidement et d'autres chez lesquels on

ne les a que plus tardivement. Il en est de même pour la durée et pour l'intensité des phénomènes réflexes.

Quand il s'agit d'excitations électriques, la réaction vasculaire n'est pas toujours proportionnée à l'intensité de l'excitation, comme Fano le vit dans le seul sujet étudié par lui. Cette loi n'est applicable que dans des limites déterminées, parce que, s'il est vrai qu'une excitation électrique moins légère donne des réactions plus actives qu'une excitation plus légère, cependant, si l'excitation est trop forte, on n'a aucune réaction, et quelquefois même on a, en outre, des contractions musculaires qui troublent l'exactitude du diagramme.

De même pour la durée. Si l'action de l'excitation dure longtemps, les effets sont moins vifs qu'ils ne le sont dans les excitations de moindre durée; mais, jusqu'à un certain point, une excitation qui exerce plus longtemps sa propre action donne des réactions proportionnellement plus fortes.

Une excitation de deux centièmes de seconde donne des réactions plus actives que celle qui ne dure qu'un centième; mais une excitation qui dure deux dixièmes de seconde donne des réactions moins actives que celle qui dure un dixième de seconde seulement.

C'est ce que l'on observe dans la pluralité des cas, mais non dans tous, cependant, parce que, comme nous l'avons dit, la manifestation des réflexes vasculaires, dans ses modalités, a un caractère tout à fait particulier chez chaque individu.

L'exactitude de la loi établie par Fano, que, durant la veille et l'état de jeûne, les réflexes sont moins actifs que pendant le sommeil et pendant le repas, nous a été également démontrée dans nos recherches.

---

De tout ce que nous avons rapporté jusqu'ici sur les résultats de nos recherches, on peut tirer les conclusions suivantes:

1° Les excitations cutanées ne déterminent pas toujours des mouvements réflexes dans les vaisseaux;

2° Quand les excitations cutanées déterminent des réactions dans les vaisseaux, celles-ci sont, habituellement, caractérisées par une constriction vasculaire, mais quelquefois, au contraire, par une dilatation;

3° Le temps qui s'écoule entre le moment où a lieu l'excitation et celui où se manifeste la réaction est variable de sujet à sujet. On peut l'observer après 3",4, comme elle peut aussi ne se manifester qu'après 6",8;

4° La réaction atteint son maximum dans une période de temps

variable de sujet à sujet et qui peut avoir un minimum de deux secondes et un maximum de 14;

5° La durée de la réaction varie dans les divers sujets; elle peut être de 10 à 12" et atteindre jusqu'à 45";

6° Le temps que les vaisseaux emploient à reprendre leur calibre normal peut osciller de 15" à 64",6;

7° La réaction vasculaire n'est pas toujours proportionnée à l'intensité et à la durée de l'excitation;

8° Durant le sommeil et après le repas, les réflexes vasculaires sont plus actifs.

## II. — Réflexes vasculaires cutanés chez les fébricitants.

Nos recherches préliminaires nous ayant déjà démontré qu'il n'est pas possible de partir de données absolues pour évaluer les déviations possibles du type physiologique des réflexes vasculaires, parce qu'il n'existe pas de type physiologique constant, il est évident que pour découvrir les modifications possibles dans le mode de fonctionner des centres vaso-moteurs dans la fièvre, nous devons nous appuyer sur des données comparatives chez le même individu, en les étudiant dans les périodes de fièvre et dans les périodes d'apyrexie.

Nos recherches sur les fébricitants furent toutes conduites avec les précautions déjà indiquées et toutes d'une manière comparative dans le même individu, étudiant la manière de se comporter des réflexes vasculaires dans les périodes de fièvre et dans les périodes d'apyrexie.

Parmi les individus que nous avons étudiés, quelques-uns *ne présentent de réaction ni durant l'apyrexie, ni durant la fièvre*. Nous ne tenons aucun compte de ceux-ci parce que, évidemment, ils ne se prêtent à aucune sorte de déduction. Mais, faisant abstraction de ces cas, négatifs dans un sens et dans l'autre, nous en possédons beaucoup de positifs et qui mettent en lumière la manière de fonctionner des centres vaso-moteurs dans la fièvre et dans l'apyrexie.

Voici le résultat de quelques-unes de nos observations choisies parmi les plus importantes:

*Observation 1.* — Homme robuste de 25 ans, affecté d'infection malarique avec fièvre intermittente à type quotidien. Durant les périodes d'apyrexie on a des réactions nulles. Dans les périodes fébriles on a des réactions marquées.

Tous les tracés faits à de nombreuses reprises, durant 6 périodes de fièvre et 6 périodes d'apyrexie, ont donné des résultats analogues.

*Observation II.* — Sujet de 15 ans affecté de broncho-pneumonie chronique, irrégulièrement fébricitant et avec des intermittences évidentes. Chez cet individu nous avons étudié plusieurs fois les réflexes vasculaires dans les périodes d'apyrexie et dans les périodes de fièvre.

Dans les périodes d'apyrexie, on n'a pas de réflexes ou l'on n'en a que de très peu appréciables. Dans les périodes de fièvre on a des réflexes marqués.

*Observation III.* — Un sujet de 24 ans, atteint de catarrhe gastrique infectif, ayant la température de 39°5, est mis en observation le 10 mai. On obtient au bout de 2''5, des réactions constrictrices assez marquées de la durée de 45 secondes, avec un abaissement maximum de 8 millimètres. Le 11 mai, la fièvre étant tombée spontanément, on a, aux mêmes heures et dans les mêmes conditions, des traces avec réactions moins notables et un abaissement de 3 millimètres seulement, au bout de 4''1, et de la durée de 15'' (1).

Il y a des cas, beaucoup moins fréquents, il est vrai, dans lesquels on a, au contraire, des réactions nulles dans la fièvre et des réactions positives dans l'apyrexie.

Chez les fébricitants, les réactions ne sont pas toujours constrictrices: quelquefois, au contraire, elles sont caractérisées par de la dilatation. Cette réaction dilatatrice apparaît évidente dans les tracés obtenus chez un sujet de 26 ans, atteint d'infection malarique et de fièvre intermittente à type tierce. Chez cet individu les excitations ont toujours déterminé des réactions dilatatrices, tant dans la fièvre que dans l'apyrexie; dans la fièvre, cependant, la dilatation fut toujours plus marquée et plus prompte. Dans la fièvre on eut des réactions dilatatrices après 4''1, 4''3, de la hauteur de 20 mm. et de la durée de 18'', et dans l'apyrexie après 5''6, 7''2, de la hauteur de mm. 7 et de la durée de 10''.

Nous eûmes un autre exemple de réaction dilatatrice chez un infirme de 40 ans, atteint d'infection malarique avec fièvre intermittente à type tierce. Chez ce sujet on avait, à des températures élevées, des réactions dilatatrices promptes et évidentes. Dans l'apyrexie, au contraire, on n'avait aucune réaction.

Nous eûmes encore un autre exemple de réaction dilatatrice chez un sujet de 18 ans, atteint de tuberculose pulmonaire à cours rapide.

Quelquefois, chez les fébricitants, on peut voir que la réaction prin-

---

(1) L'auteur indique ici deux autres observations avec tracés: nous les omettons par brièveté.



principale est précédée d'une réaction inverse accessoire. Ainsi, quand la réaction principale est constrictrice, on peut la voir précédée d'une très légère et fugitive réaction dilatatrice. Quand, au contraire, la réaction principale est dilatatrice, on peut la voir précédée d'une légère et fugitive réaction constrictrice.

De l'ensemble de tous ces faits il résulte ce qui suit :

1° Les réflexes vasculaires, chez les fébricitants, se manifestent par des réactions ordinairement constrictrices et quelquefois, au contraire, par des réactions dilatatrices ;

2° Chez les fébricitants, la réaction principale est quelquefois précédée d'une fugitive réaction inverse accessoire ;

3° Les vaisseaux d'un même individu ne donnent pas de réactions identiques, dans les périodes de fièvre et dans les périodes d'apyrexie ;

4° Les réactions vasculaires, chez le même sujet, sont ordinairement plus énergiques, plus prompts et plus durables dans la fièvre qu'elles ne le sont dans l'apyrexie. Quelquefois on peut observer le fait contraire.

## *De la réaction des fibres élastiques avec l'emploi du nitrate d'argent <sup>(1)</sup>.*

### *Rapports entre le tissu musculaire et le tissu élastique*

par M. le Dr **CARLO MARTINOTTI** (2)

Assistant au laboratoire neuropathologique du Manicomio R. de Turin.

(Avec deux planches).

### I.

Dans l'examen du développement de nos connaissances sur le tissu élastique nous pouvons distinguer assez nettement trois périodes : dans

1) *Annali di freniatria del R. Manicomio di Torino*, anno I, fasc. II.

2) Les résultats obtenus par cette méthode furent communiqués à l'Académie R. de médecine de Turin dans la séance du 13 juillet 1888. Dans cette même séance furent également présentées les préparations. Voir *Giornale della Acc. di med. di Torino*, 1888, p. 341.

la première, l'attention se porta sur quelques parties de l'organisme animal de couleur jaunâtre caractéristique justement en appréciant leur élasticité; dans la seconde, avec l'étude de ces parties et de leurs propriétés chimiques, on arriva à la formation d'un tissu spécial, à la connaissance de l'élément anatomique qui le compose, et, en même temps, prirent origine les premières méthodes pour la démonstration des fibres élastiques, méthodes basées sur leur manière de se comporter avec l'acide acétique et avec la solution de potasse; dans la troisième, on chercha, avec le perfectionnement de la technique histologique, à obtenir une intense coloration de ces fibres, qui se montrent quelque peu rebelles à l'absorption des couleurs, et on en tenta aussi la réaction au moyen de diverses substances, toujours dans le but de les présenter plus nettement à l'œil et de pouvoir ainsi en étudier la disposition.

Je n'ai point l'intention de passer en revue les nombreux travaux qui furent publiés sur les fibres élastiques; on n'arriverait qu'à une simple constatation de ces fibres dans une partie ou dans l'autre de l'organisme animal et à une exposition des questions qui ont été soulevées sur leur origine (1); sur la nature élastique ou connective de quelques fibres (2), ou sur les stries transversales de quelques autres (3); il sera mieux de faire correspondre la partie bibliographique relative avec les différentes questions à mesure que j'aurai à les traiter.

Pour le moment, qu'il suffise d'examiner les procédés employés pour mettre plus en évidence les fibres élastiques.

Les études que firent Berzelius (4), Eulenberg (5), Valentin (6) et d'autres ex-

(1) SCHWANN, *Mikroskopische Untersuchungen*, 1839, p. 151.

J. HENLE, *Traité d'Anatomie générale* etc. Paris, 1843, p. 430.

GERBER, *Allg. Anatomie*, 1840, p. 119.

A. KÖLLIKER, *Éléments d'histologie humaine*. Paris, 1868, pp. 91 et suiv.

(2) E. KLOPSH, *Müll. Arch.* (*Ueber die umspinnenden Spiralfasern der Bindegewebestränge*), 1857, p. 417).

A. BANDLIN, *Zur Kenntniss der umspinnenden Spiralfasern des Bindegewebes*. Zürich, 1858, Inaug. Dissert.

A. KÖLLIKER, loc. cit.

(3) H. MÜLLER, *Ueber die elastischen Fasern in Nackenband der Giraffe*. *Lehrschrift f. rat. Med.*, 1862, Bd. XXIII, p. 33.

(4) BERZELIUS, *Traité de chimie*, t. VII, p. 492.

(5) A. EULENBERG, *De tela elastica*, Diss. anat., Berlin, 1836.

(6) VALENTIN, *Müll. Arch.*, 1838, p. 224.

leur manière de se comporter à la coction et avec les solutions d'acide acétique, chlorhydrique et de potasse caustique, donnèrent également lieu aux premières méthodes pour leur démonstration, et ainsi nous trouvons que celles-ci sont toujours basées sur la plus grande résistance de la substance élastique en comparaison de la collagène sous l'action de ces réactifs.

Un bon nombre de travaux furent ainsi accomplis, et l'on peut dire qu'on obtint de ces méthodes tout ce qu'elles pouvaient donner, c'est-à-dire la constatation des fibres élastiques dans beaucoup de parties de notre corps.

Pour ce motif, on salua comme un vrai progrès, l'idée de colorer les fibres élastiques dans l'espérance de mieux faire ressortir leurs particularités, leur disposition dans les tissus et dans les organes, et de pouvoir les observer dans toute leur finesse. Il en résulta, en effet, qu'on découvrit dans quelques parties du corps, par ex. dans la peau, une richesse de fibres qu'on n'avait pas encore soupçonnée; et les rapports du réseau élastique devinrent beaucoup plus évidents qu'auparavant.

Ce fut Baltzer (1) qui, à la suite de l'action des solutions de soude et de potasse caustique à 40 % sur les sections de peau et de quelques autres tissus, songea à obtenir, dans ces actions, la coloration des fibres élastiques avec l'éosine.

Il est facile d'observer que ces solutions de potasse ont une action trop active, et Unna (2), qui proposa une méthode analogue fondée sur la digestion artificielle, admit que sa méthode, aussi bien que celle de Baltzer, a le grand inconvénient que, par le renflement et la destruction partielle du tissu collagène, la position primitive des fibres élastiques est complètement changée.

Unna (3) nous donna encore une autre méthode basée sur la propriété qu'aurait l'acide osmique de fixer certaines substances colorantes sur les fibres élastiques. Cette méthode aurait, en plusieurs points, quelque analogie avec celle de Lustgarten (4) à raison de l'acide osmique qui entre dans le liquide de Flemming employé pour le durcissement des pièces.

Une méthode qui s'éloigne quelque peu des précédentes fut proposée par Herxheimer (5), lequel fixe les fibres élastiques par la formation d'une laque d'hématexyline avec un sel de fer.

Dans ces derniers temps, le docteur Giovanni Martinotti (6) proposa une méthode

(1) BALTZER, *Recherches techniques sur le tissu élastique* (Archives de Physiologie, 1882, p. 314).

(2) UNNA, *Zur Kenntniss des elastischen Gewebes der Haut* (Dermatologische Studien, 1887, Heft 3, p. 51).

(3) UNNA, *Eine neue Darstellungsmethode des elastischen Gewebes der Haut* (Monatshefte f. praktische Dermatologie, 1886, n. 6, p. 243).

(4) LUSTGARTEN, *Victoriablau, ein neues Tinctionsmittel f. elastische Fasern und f. Kerne* (Wiener med. Jahrbüchern, 1886, juin, p. 285).

(5) K. HERXHEIMER, *Ein neues Färbungsverfahren f. die elastische Fasern der Haut* (Fortschritte der Medicin, Bd. IV, 1886, p. 785).

(6) G. MARTINOTTI, *Un metodo semplice per la colorazione delle fibre elastiche* (Zeitschrift f. wissenschaft. Mikroskopie, 1887, Bd. IV, p. 31).

fondée sur la propriété spéciale, qu'a l'acide chromique, de fixer fortement sur les fibres élastiques la safranine avec une couleur noirâtre.

Parmi les propriétés chimiques du tissu élastique on compte celle de s'imprégner des sels d'argent, comme l'avait déjà observé Recklinghausen (1) et comme le rapporte Kölliker (2). Le premier s'exprime ainsi: « in der cutis und dem Unterhautgewebe durch Färbung mit Arg. nitr. bisweilen die elastischen Fasern ungefärbt, bisweilen auch diese gefärbt gefunden habe ». Il semblerait que Adler (3) ait déjà utilisé cette propriété pour quelques études; dans une communication préventive il décrit un réseau obtenu par l'action du nitrate d'argent sur les nerfs de grenouille et qu'il croit de nature élastique à raison de sa résistance aux solutions de potasse. Les figures qu'il joint à son travail et la méthode qu'il emploie (traitement d'un morceau de nerf frais par une solution de nitrate d'argent) nous donnent malgré cela l'impression du réseau qui se présente à la suite de l'action de ce sel sur la substance intercellulaire des endothéliums. Quoi qu'il en soit, même en admettant que le réseau décrit par Adler fût vraiment de nature élastique, il servirait à confirmer davantage encore la susdite propriété du tissu élastique.

Virchow (4) et Junge (5) ont aussi observé que, dans l'argyrie générale et de la conjonctive, il se forme un dépôt d'argent sur les fibres élastiques; et Blascko (6) aurait profité de ce fait, en cas d'argyries locales de la main, pour y faire une étude de ces fibres.

Nous devons aussi mentionner ici une communication, sur la même question, faite par G. Lewin (7). Ce dernier, étant admise la possibilité de la formation d'un dépôt des sels d'argent sur les fibres élastiques, soutient, avec quelques arguments à l'appui, que l'entrecroisement spécial que l'on observe dans les taches de la peau des ouvriers sur argent est dû au dépôt de celui-ci dans les voies lymphatiques.

(1) RECKLINGHAUSEN, *Die Lymphgefässe*, 1862, p. 59.

(2) A. KÖLLIKER, loc. cit.

(3) ADLER, *Vorläufige Mittheilung ueber eine mit Silberimbibition gemachte Beobachtung* (*Zeitschrift f. rat. Medic.*, 3. Reihe, Bd. XXI, p. 160).

(4) VIRCHOW, *Die Cellularpathologie*, p. 250.

(5) JUNGE, *Archiv f. Ophthalmologie*. Bd. V, 1859, p. 137.

(6) A. BLASCKO, *Ueber physiologische Versilberung des elastischen Gewebes* (*Archiv f. mikroskop. Anat.*, 1886, Bd. XXVII, p. 651).

(7) G. LEWIN, *Ueber lokale Geierbe-Argyrie* (*Berliner klinische Wochenschrift*, 1886, n. 26, p. 417).

J'ai pu me convaincre, moi aussi, de ces propriétés des fibres élastiques en traitant quelques morceaux d'intestin de lapin et quelques fœtus du même animal avec la méthode de Golgi par la réaction noire du système nerveux, spécialement quand on ajoute un peu de glycérine (5 %) à la solution de nitrate d'argent.

Bien que les sels d'argent, et en particulier le nitrate, aient été employés sur une vaste échelle dans les études histologiques, et spécialement dans celles du tissu connectif, on n'avait jamais réussi à en profiter, en se basant sur la susdite propriété du tissu élastique, pour l'étude de celui-ci, en en obtenant une réaction constante et complète. Sur le conseil du professeur Bizzozero (1) je me mis à étudier les conditions nécessaires pour arriver à ce résultat et à rechercher quels réactifs pourraient y contribuer avantageusement. Après de soigneuses recherches, j'eus la satisfaction d'obtenir un heureux résultat, et ainsi le nitrate d'argent, ici encore, de même que dans d'autres tissus, présente, comme moyen de recherche, une grande netteté d'images et se montre révélateur de faits inconnus.

Je n'ai pas besoin de faire remarquer qu'il s'agit d'une véritable réaction caractéristique du tissu élastique; on le verra suffisamment par la méthode employée et avec laquelle aucun autre élément ne vient jamais se montrer en combinaison avec le nitrate d'argent: de même aussi, il est inutile de faire observer que, dans cette méthode, la lumière n'a aucune influence, contrairement à ce qui arrive pour la substance intercellulaire des épithéliums et des endothéliums, parce que la réaction se produit sur les morceaux et non sur les sections.

Et maintenant j'arrive, sans plus de détails, à la description du procédé à suivre. Grâce aux perfectionnements que j'ai apportés à ma méthode, je suis en mesure de donner quelques règles faciles au moyen desquelles chacun pourra en obtenir de prompts et sûrs résultats. Les facteurs qui concourent à favoriser cette réaction sont: l'acide arsénique, le liquide de Müller et la glycérine. Tous trois ont une part importante dans la réussite.

Les morceaux de la partie que l'on veut examiner (par exemple: peau, muscle, intestin, etc.) sont mis en état frais et avec dimensions de deux à trois cc. dans une solution d'acide arsénique à 2 % et on

(1) Je suis heureux de pouvoir attester ici au professeur Bizzozero toute ma reconnaissance pour le conseil fécond que j'en ai reçu.

les y laisse pendant 24 heures environ. Quand il s'agit d'étudier des parties adhérentes à l'os, comme le périoste et les insertions musculaires, il est utile d'employer une solution plus concentrée, de 4 ‰, en maintenant les morceaux dans cette solution à une température d'environ 50°; de cette façon l'acide arsénique attaque les sels calcaires de l'os et celui-ci peut ensuite se sectionner tout comme les parties molles.

De ces solutions, on fait passer les morceaux pendant quelques minutes (de 5 à 15) dans le liquide de Müller, puis on met chacun de ces morceaux dans une solution de nitrate d'argent en glycérine préparée de la manière suivante: On fait dissoudre deux grammes de nitrate d'argent dans 3 cc. d'eau distillée; à cette solution ainsi concentrée on ajoute de 15 à 20 cc. de glycérine très pure à 30° et l'on mêle bien le tout. Le morceau reste pendant quelque temps à la surface de cette solution, puis, à mesure qu'il s'en imbibe, il descend peu à peu et, au bout d'environ 24 heures, il se trouve au fond du récipient; alors la réaction des fibres élastiques est opérée, mais il n'y a pas d'inconvénient à l'y laisser plus longtemps encore; j'ai l'habitude de retirer le morceau, à ma commodité, après deux jours. Ensuite on le lave rapidement dans de l'eau distillée et on le met durcir dans de l'alcool commun, en ayant soin de renouveler celui-ci plusieurs fois, afin d'enlever l'excès de nitrate d'argent. Dans l'alcool, les morceaux se conservent inaltérés pendant un très long temps; j'en conserve ainsi sans inconvénients depuis plus d'un an. Afin que les préparations ne viennent pas, dans un court espace de temps, à s'altérer par l'effet de la lumière, après avoir pratiqué les sections des morceaux dans l'alcool, je ne fais rien autre chose que les plonger dans une solution de chlorure de sodium à 0,75 ‰, puis les retirer aussitôt et les passer rapidement dans l'alcool absolu pour les déshydrater. Elles sont ensuite rendues transparentes par la créosote et montées avec le baume du Canada. Si ces opérations ne se font pas sous une lumière trop vive et que les préparations soient mises à l'abri de la lumière, celles-ci se conservent parfaitement bien. J'en ai de plus d'un an qui n'ont subi aucune altération.

## II.

En parcourant la partie bibliographique de cette question, il me parut avantageux d'entreprendre une étude pour mieux établir les

rapports entre le tissu élastique et le tissu musculaire et aussi pour y ajouter quelques faits mis en évidence par l'emploi du nitrate d'argent. Avant d'en venir à l'exposition des résultats que j'ai obtenus, il est bon de mentionner le nombre limité de travaux que l'on a sur ce sujet.

A la suite des observations de Köl liker qui avait démontré la présence de tendons élastiques dans les muscles des plumes des oiseaux (1) et dans les muscles de la trachée de l'homme (2), Treitz (3) trouva que le tendon d'un nouveau muscle lisse qui va au duodénum est exclusivement formé de fibres élastiques, lesquelles donnent au tendon lui-même un aspect jaunâtre. Dans la supposition que ce mode de terminaison tendineuse des muscles lisses ne se trouvait pas limité aux seuls faisceaux musculaires du duodénum et de la trachée, il examina d'autres parties du cadavre humain où il était possible qu'il existât de ces tendons. Il constata que les faisceaux musculaires longitudinaux de l'œsophage, et beaucoup d'autres qui vont de celui-ci aux organes voisins, se transforment pareillement en tendons élastiques. Dans l'estomac il les observa seulement dans la troisième couche, dans ce qu'on appelle les faisceaux obliques; ces faisceaux, dit-il, se terminent en extrémité aiguë et, à leurs côtés, commencent les filaments élastiques qui vont s'insérer dans la muqueuse. Ainsi, dans la partie restante de l'intestin, il vit des faisceaux musculaires avec tendons élastiques au pilore, à la partie descendante du duodénum etc., mais en quantité restreinte et inconstante; par contre, selon lui, on les trouve dans le rectum, et de préférence dans la couche longitudinale vers sa terminaison, en plus grand nombre encore que dans l'œsophage. Dans le passage du rectum à travers les aponévroses du bassin beaucoup de faisceaux musculaires longitudinaux deviennent élastiques et s'entrelacent avec ceux des aponévroses.

Pour ne point m'étendre trop longuement dans cette revue, que fait Treitz, des faisceaux musculaires qui se transforment en élastiques, je dirai que, après les avoir constatés dans beaucoup des parties, comme dans le dartos, dans les ligaments de la vessie, etc., il conclut que les tendons élastiques se trouvent partout où des muscles lisses se fixent

(1) KOLLIKER, *Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie*, II. B.

(2) KOLLIKER, *Mikroskop. Anatomie*.

(3) TREITZ, *Ueber elastische Sehnen*, etc. (*Vierteljahrsschrift f. die praktische Heilkunde*, 1853, Bd. I, p. 113).

aux organes, et que les muscles lisses se terminent toujours par des tendons élastiques.

Toutefois quand il en arrive à expliquer ce mode de transformation des faisceaux musculaires en tendons élastiques, c'est-à-dire leurs rapports microscopiques d'union, il est mal servi par les rares moyens d'observation dont il pouvait disposer de son temps. Il dit avoir observé que les fibres musculaires lisses se transforment directement en fibres élastiques, que d'une fibre musculaire il naît une seule fibre élastique ou plusieurs, si la fibre est large, lesquelles se réunissent bientôt, et que parfois on parvient à voir la fibre élastique embrasser en manière de fourchette la fibre musculaire, c'est-à-dire avec deux rameaux, qui correspondent à ses côtés.

Cette transformation des fibres musculaires en fibres élastiques serait ensuite diversement considérée, par le même auteur, selon qu'il s'agit des faisceaux musculaires plats ou des faisceaux musculaires ronds. Dans les premiers elle se ferait dans toute leur largeur sur une même ligne droite; dans les seconds elle se produirait d'abord à la périphérie, puis au centre.

Il est utile encore de noter qu'il admet que le tissu musculaire et le tissu élastique se substituent l'un à l'autre; ainsi il dit avoir remarqué que, dans le dartos et en d'autres parties, et spécialement dans les cas de muscles hypertrophiés de la vessie, ceux-ci se changent en tissu élastique.

Dans la suite on admit des tendons élastiques non-seulement pour les muscles lisses, mais encore pour quelques muscles striés; ainsi Czermak (1) prendrait comme exemple de tendon élastique, l'insertion du tissu élastique aux tendons des deux muscles obliques de l'abdomen de la *Rana temporaria* et de la *Rana esculenta*; et selon Henle (2) les faisceaux musculaires du crémaster se continueraient en tendons élastiques.

Tomsa (3), dans un travail sur l'anatomie et sur la physiologie de la peau humaine, s'occupe aussi du rapport entre le tissu élastique et

(1) J. CZERMAK, *Notiz über elastische Sehnen* (Centralbl. f. m. Wiss., 1863, n. 50).  
Id. *Ueber die in den Sehnen der schiefen Bauchmuskeln bei Fröschen vorkommenden Inscriptiones elasticæ* (Zeitschrift f. rat. Med., 1865, p. 39).

(2) HENLE, *Zeitschrift f. rat. Medicin*, 1864, p. 30.

(3) W. TOMSA, *Beiträge zur Anatomie und Physiologie der menschlichen Haut* (Archiv f. Dermatologie und Syphilis, 1875, p. 1).



les muscles lisses de celle-ci. Il examine où et comment s'insèrent les muscles lisses de la peau, et il contredit tout d'abord l'assertion de Treitz, que les fibres élastiques se trouvent en continuation immédiate avec les fibres musculaires; il admet, au contraire, que partout, dans la peau humaine, les muscles lisses sont enveloppés par un réseau élastique qui se trouve en union, de toutes parts, avec le reste du stroma élastique de la peau, et qui a la signification physiologique d'un appareil de tendons dont se sert le faisceau musculaire, au moins dans son circuit le plus voisin. Ensuite, l'union entre les muscles et le tissu élastique se ferait, selon le même auteur, au moyen d'une substance unissante. Par rapport au muscle du poil, il observe qu'il est entouré de fibres élastiques transversales et obliques, lesquelles cependant sont en union avec le reste du stroma élastique; que vers la papille de la peau, les fibres élastiques se disposent plus parallèlement à l'axe longitudinal du faisceau musculaire, se rapprochent et, vers la fin de celui-ci, forment plusieurs tendons fusiformes qui s'étendent dans la papille, et que, au point d'insertion avec le follicule du poil, le tissu élastique est vraiment plus pauvre sans cependant faire défaut.

Quand ensuite Baltzer (1) nous donna sa méthode pour colorer les fibres élastiques, il traita aussi la question des rapports du tissu élastique avec le tissu musculaire d'une manière beaucoup plus étendue qu'on ne l'avait fait jusqu'alors. Par rapport aux muscles lisses de la peau, il dit avoir constaté partout un appareil élastique à eux annexé, c'est-à-dire, de très minces fibres élastiques qui pénètrent dans leur épaisseur et des faisceaux élastiques longitudinaux qui les enveloppent à l'extérieur et qui forment des anastomoses avec les fibres du derme. Ces faisceaux convergent aux extrémités des muscles pour former de véritables petits tendons qui s'étendent ensuite en éventail plus ou moins régulier et vont aussi se continuer dans le réseau élastique du derme. Il admet cependant aussi que quelques muscles lisses aient un système beaucoup plus incomplet de fibres élastiques, c'est-à-dire, soient accompagnés seulement d'un certain nombre de fibres élastiques situées dans leur épaisseur et latéralement.

Dans l'estomac et dans l'intestin il décrit de véritables loges élastiques à la surface et aux cloisons internes, desquelles prennent insertion les faisceaux musculaires.

(1) BALTZER. *Rapports du tissu musculaire et du tissu élastique* (Archives de physiologie, 1882, pp. 314 et suiv.).

Dans l'utérus il trouva que les faisceaux musculaires sont accompagnés de fibres élastiques comme dans le canal digestif, toutefois en quantité beaucoup moindre, surtout en allant vers la muqueuse.

Il distingue, en conséquence, trois variétés de types dans la disposition que prennent les éléments élastiques par rapport aux éléments musculaires: 1° faisceaux musculaires munis d'un appareil élastique complet dont les fibres peuvent se réunir à leur extrémité de manière à constituer un tendon (peau, scrotum, rectum); 2° faisceaux qui se contractent en une forte caisse élastique cloisonnée (estomac, intestin); 3° faisceaux accompagnés d'un certain nombre de fibres élastiques irrégulièrement disposées à leur périphérie et dans leur épaisseur (utérus).

Parmi les muscles striés, il trouva que ceux de la langue de chat sont munis d'un appareil élastique très complet à cause des fibres disposées soit perpendiculairement soit parallèlement à la longueur de leurs faisceaux, et que les fibres musculaires se continuent avec une ou plusieurs fibres élastiques qui s'insèrent au sarcolemme dans le réseau élastique de la muqueuse. Il admet également ce mode de terminaison pour les fibres du peaussier, pour les muscles de l'aile de nez et, en général, pour tous les muscles qui n'aboutissent pas au squelette.

Dans l'oreillette droite du cœur, près de l'orifice de la tricuspide, il observa des faisceaux musculaires enveloppés par un appareil élastique très solide qui les accompagne dans toute leur extension, et il remarqua que, près de l'anneau fibreux, leurs fibres se terminent enveloppées par des fibrilles élastiques qui se répandent dans le réseau élastique de l'anneau lui-même.

En même temps que Baltzer, Unna (1) donnait aussi quelques notions sur les muscles lisses et sur leurs fibres élastiques dans la peau. Comme complément de ce qu'avait déjà écrit Tomsa (2) il dit: les muscles lisses sont non-seulement entourés par un entrecroisement de fibres élastiques, mais encore entrelacés par elles; celles-ci partent de toute leur superficie, et à leurs deux extrémités se disposent en faisceaux en manière de tendons qui forment l'insertion des muscles aux fibrilles de la peau.

(1) UNNA, *Das elastische und glatte Muskelgewebe der Haut* (*Monatsh. f. f. u. Derm.*, 1882, Bd. 1, p. 511).

(2) TOMSA, loc. cit.

Telles sont les connaissances que j'ai pu recueillir sur les rapports du tissu élastique avec le tissu musculaire. J'ai voulu m'étendre quelque peu en les rapportant, afin qu'on puisse comprendre plus exactement ce qu'elles renferment de vrai. Les travaux de Treitz et de Tomsa sont absolument inexacts dans la description microscopique de ces rapports, à raison des rares moyens de recherche de leur temps; on peut dire que ceux de Baltzer et de Unna sont insuffisants. A mesure que j'avais dans l'étude de cette question avec l'emploi du nitrate d'argent, je pouvais me convaincre facilement des lacunes qui s'y trouvent; c'est pourquoi je m'y consacrai toujours plus assidûment et j'ai examiné ainsi successivement toutes les parties de l'organisme animal qui contiennent des muscles lisses, telles que le canal digestif, la vessie, l'utérus, le vagin, l'iris, le dartos, le cuir chevelu etc., et les muscles striés, y compris ceux de la langue et du cœur. En exposant les observations que j'ai pu faire, je ne suivrai pas la même méthode que pour les études elles-mêmes, à savoir, de passer en revue successivement les diverses parties comme je l'ai fait dans ma Note préventive. Étant parvenu à quelques considérations générales sur la manière de se comporter des fibres élastiques avec le tissu musculaire lisse et strié, je m'en tiendrai à l'exposition de celles-ci, pour ne pas m'exposer à la monotonie par une description qu'il faudrait répéter pour plusieurs parties, et parce que, en outre, la manière générale de se comporter des fibres élastiques avec le tissu musculaire d'un organe donné pourra, avec plus d'avantage, être jointe à la description du stroma élastique de l'organe lui-même.

Pour en venir à une exposition qui puisse être claire, supposons une section transversale d'un morceau de la paroi d'une vessie (fig. 1). On observe dans celle-ci des faisceaux musculaires lisses sectionnés transversalement et d'autres longitudinalement à leur cours. Parmi les faisceaux secondaires (fig. 1 a) se trouve une très grande quantité de fibres qui par leurs caractères, savoir, bords nettement tracés, cours plus ou moins ondoyant, contours obscurs et centre clair, correspondent parfaitement aux descriptions que les différents auteurs nous donnent des fibres élastiques. Ces fibres nous présentent des subdivisions qui se détachent à angle plus ou moins aigu pour aller s'unir à une autre fibre élastique, ou se perdre dans le tissu connectif, ou s'insérer dans un faisceau musculaire secondaire. Il n'est pas possible de donner une description du cours des fibres, qui est des plus variés. Cependant, considérées dans leur ensemble, les fibres qui entourent les faisceaux mus-

culaires secondaires sembleraient se disposer, le plus souvent, perpendiculairement à ceux-ci, bien que, en les examinant isolément, on puisse en observer dans toutes les directions. Ainsi encore, par rapport aux dimensions, on en rencontre de toutes les gradations, depuis les fibres élastiques les plus grosses jusqu'aux plus fines, bien qu'on puisse dire que les premières sont en majorité. Comme on le voit très bien, les faisceaux secondaires se trouvent entourés dans toute leur longueur d'un épais stroma élastique dont l'action physiologique ne peut manquer d'être de grande importance pour la fonction de l'organe dans lequel on l'observe.

Ce stroma varie par la quantité de fibres élastiques selon que les faisceaux musculaires secondaires sont plus ou moins serrés entre eux. Il se compose d'un nombre très abondant de fibres quand ces faisceaux sont peu serrés entre eux, précisément comme dans la vessie, tandis que le nombre des fibres diminue, relativement à l'espace qui sépare les faisceaux, quand ceux-ci se serrent entre eux, comme par exemple dans l'utérus.

Par rapport à ce stroma élastique, il faut encore noter que parfois il se présente presque comme un réseau d'où partent beaucoup de fibres, plutôt que comme un entrelacement: ceci nous rappellera: les loges élastiques, décrites par Baltzer (1), dans l'estomac et dans l'intestin; et c'est précisément dans l'estomac de chien que je les ai rencontrées.

Si l'on cherche à examiner isolément la manière de se comporter des fibres élastiques de ce stroma, on s'aperçoit qu'elles prennent des rapports très intéressants et très étendus avec les vaisseaux sanguins. Les vaisseaux, considérés jusqu'à présent comme des parties éminemment élastiques, présentent encore, avec le nitrate d'argent, dans beaucoup de tissus environnants, une masse considérable de fibres élastiques qui s'entrecroisent de la manière la plus variée avec celles des vaisseaux eux-mêmes. On peut donc, avec raison, considérer les vaisseaux comme un des points où prennent insertion une grande partie de ces fibres, qui, par l'autre extrémité, peuvent contracter différents rapports. A partir de ceux-ci, nous pouvons les voir, après un cours plus ou moins long, et après avoir donné ou non quelques subdivisions pénétrer dans un faisceau musculaire plus ou moins obliquement, aller

(1) BALTZER, loc. cit.

se terminer sur un autre vaisseau, se perdre dans le connectif ou former des anastomoses avec d'autres fibres; de la même façon peuvent se comporter leurs subdivisions. A raison du mode varié de se comporter de ces fibres élastiques, il en résulte un tel entrelacement qu'il échappe presque à toute description et que, pour ce motif, il est nécessaire de recourir à quelques tracés schématiques.

Chaque faisceau musculaire secondaire est composé, comme on le sait, de plusieurs faisceaux primaires qui se trouvent rapprochés les uns des autres, de manière cependant qu'on observe encore entre eux le cours d'une ou plusieurs fibres élastiques (fig. 1 b). Elles proviennent de celles du stroma qui entoure les faisceaux musculaires secondaires ou sont leurs subdivisions. Elles ont aussi une direction le plus souvent perpendiculaire au faisceau lui-même, bien que cependant on en puisse trouver dans toutes les directions. Par rapport à leurs dimensions, il est à observer qu'elles appartiennent à celles de moyen et de petit calibre. Elles contractent aussi des rapports avec les vaisseaux, sur lesquels elles peuvent se fixer par une de leurs extrémités, ou forment des anastomoses avec d'autres fibres élastiques, ou se perdent dans le tissu connectif.

Les rapports du tissu élastique avec le tissu musculaire ne se limitent pas cependant à ce seul point. Dans des préparations bien réussies, on trouve encore que dans les faisceaux primaires il y a des fibres élastiques en nombre considérable au point de paraître comme un ensemble très serré de fibres, de manière que chaque fibre musculaire viendrait à se trouver en contact avec des fibres élastiques. La direction de celles-ci est le plus souvent parallèle aux fibres musculaires (fig. 1 c), et parfois plus ou moins oblique. Elles appartiennent aux fibres de très petit diamètre, sont peu onduyantes, et montrent aussi des anastomoses entre elles. Elles contractent des rapports, tant avec les fibres qui entourent les faisceaux primaires et secondaires qu'avec celles des vaisseaux. Dans des sections transversales des faisceaux musculaires on les voit sectionnées transversalement ou obliquement, et c'est pourquoi elles nous apparaissent comme des points ou comme des traits de ligne entre fibre et fibre musculaire (fig. 1 d).

Jusqu'ici nous avons suivi une à une les fibres élastiques dans leur manière de se comporter avec le tissu musculaire; en les considérant maintenant dans leur ensemble, nous trouvons qu'il se forme de véritables tendons élastiques, lesquels partant de la superficie d'un faisceau musculaire et de ses extrémités servent à distribuer d'une manière

uniforme la force de ce faisceau. Aux parties latérales des faisceaux musculaires on voit des fibres élastiques, lesquelles, réunies en groupes de quatre à cinq, forment des tendons qui vont à un autre faisceau ou à un vaisseau, s'entrelaçant avec d'autres fibres. Ces tendons, qui vont d'un faisceau à un autre, pourraient être considérés comme correspondant aux tendons intermédiaires (*Zwischensehnen*) décrits par Treitz (1) dans le dartos et dans les faisceaux circulaires du canal intestinal, d'un faisceau musculaire à un autre parallèle à celui-ci. Dans quelques sections de vagin, j'ai pu observer le mode de terminaison d'une extrémité d'un faisceau musculaire au moyen d'un tendon élastique sur un vaisseau (fig. 2). Les fibres élastiques de ce faisceau, tant celles qui se trouvent entre fibre et fibre musculaire que celles qui l'entourent, se rapprochent entre elles à son extrémité et, après un certain cours, s'entrelacent avec celles du vaisseau. De même aussi, j'ai observé d'autres faisceaux musculaires dont les fibres élastiques, à une de leurs extrémités, formaient un tendon et allaient se mettre en rapport avec un autre faisceau sectionné transversalement (fig. 3).

Dans la peau du scrotum, des mamelles, du cuir chevelu, on rencontre aussi, aux extrémités des muscles lisses, de vrais tendons élastiques formés soit par les fibres élastiques qui se trouvent entre fibre et fibre musculaire, soit par celles qui entourent les faisceaux. Elles se réunissent ensemble pour se répandre bientôt dans le tissu connectif, de manière que chacune va s'insérer sur des parties différentes. La fig. 4 représente la terminaison élastique d'un muscle lisse dans la portion papillaire de la peau. Les muscles lisses qui se terminent au follicule du poil ont une même expansion élastique qui s'entrelace avec l'appareil élastique du follicule du poil lui-même.

D'après l'étude que nous avons faite sur les rapports du tissu élastique avec la musculature lisse dans les diverses parties de l'organisme animal où elle se trouve, il nous semble que nous pouvons affirmer en toute assurance:

a) Que dans les muscles lisses il y a toujours des fibres élastiques dans le périmysium tant externe qu'interne, et qu'elles contractent toujours les mêmes rapports avec les faisceaux et les fibres musculaires;

b) Que dans les points de terminaison des muscles lisses, les fibres

— --

(1) TREITZ, loc. cit., pp. 140-41.

élastiques se comportent toujours de la même manière en guise de tendons élastiques partout où se fait leur insertion.

Venant maintenant aux rapports entre le tissu musculaire strié et le tissu élastique, je dirai de suite que j'ai pu constater la présence du tissu élastique dans le périnysium tant externe qu'interne, comme dans les muscles lisses. Supposons ici encore une section transversale d'un muscle strié, par exemple, des muscles du cou de rat (fig. 1, Pl. II). Les faisceaux secondaires se trouvent entourés de fibres élastiques, lesquelles cependant se présentent avec une forme aplatie et non ondoïante. Elles s'unissent entre elles par leurs côtés en formant des faisceaux à lamelles; de distance en distance cependant, quelques fibres se détachent de leur faisceau propre pour aller s'unir à un autre. Ces faisceaux, en quelques points, sembleraient de véritables lames élastiques; mais si on observe bien attentivement, on remarque toujours qu'ils se composent de plusieurs fibres. C'est pourquoi il est assez difficile de déterminer les dimensions de ces fibres; on peut dire toutefois qu'elles doivent être rangées parmi celles de petit diamètre.

Leur direction est toujours perpendiculaire, ou plus ou moins, à la direction du faisceau musculaire. Chacun de ces faisceaux serait donc renfermé comme dans une gaine ou réseau formé de fibres élastiques qui se juxtaposent, par leurs côtés, en groupes de quatre à cinq, d'où se détachent, de distance en distance, des fibres qui vont s'unir avec d'autres groupes (fig. 1, Pl. II a).

Quelques-unes de ces fibres, ou groupes de fibres, pénètrent aussi entre les faisceaux primaires musculaires, et ainsi encore ceux-ci se trouvent entourés de fibres élastiques qui se disposent perpendiculairement ou obliquement par rapport à eux. Ces fibres ont les mêmes caractères que les précédentes et ne sont pas ondoïantes (Fig. 2, Pl. II b).

Entre fibre et fibre musculaire, on remarque encore un autre ordre de fibres élastiques qui ont un cours parallèle ou quelque peu oblique par rapport aux fibres musculaires elles-mêmes; c'est pourquoi, dans une section transversale du muscle on aperçoit comme des points ou comme des traits plus ou moins longs selon que la section est plus ou moins épaisse. Ces fibres forment des anastomoses entre elles au moyen de leurs subdivisions qui ont un cours varié et qui s'entrecroisent en différentes façons avec les fibres musculaires; elles se montrent plus ondoïantes que les précédentes et doivent être rangées parmi les fibres de très petites dimensions.

Tel est, dans ses lignes générales, le mode de se comporter des

fibres élastiques avec les fibres musculaires; toutefois les préparations sont certainement plus instructives qu'une figure, parce qu'elles nous présentent plus complètement les nombreuses anastomoses, les gradations de dimension, le cours varié des subdivisions.

Il est encore à observer que, dans le cœur, par exemple chez le rat, les fibres élastiques conservent généralement une direction parallèle entre elles et par rapport aux faisceaux et aux fibres musculaires, bien qu'il y en ait aussi de perpendiculaires. Elles se présentent réunies entre elles en nombre variable, de manière à former comme des lames élastiques desquelles se détachent, à tout instant, des fibres qui vont s'unir à d'autres. Dans ces passages d'une lame à une autre les fibres prennent un cours assez varié, se croisant en différents modes avec les fibres musculaires.

De nombreux examens faits sur la musculature striée, on peut désormais affirmer :

a) Que dans le péricardium externe comme dans le péricardium interne il y a toujours la présence de fibres élastiques;

b) Que leur disposition par rapport aux faisceaux et aux fibres musculaires peut se réduire schématiquement à un type unique;

c) Que cette disposition se rapproche de celle des fibres élastiques dans les muscles lisses.

Cette étude cependant demeurerait incomplète sans un examen attentif de la très grande quantité de fibres élastiques qui se trouvent autour des vaisseaux de petit calibre, courant dans l'intérieur des muscles, et de la manière de se comporter de celles des aponévroses par rapport aux faisceaux et aux fibres musculaires.

Les vaisseaux se détachent très bien sur le fond du tissu par suite de la réaction de leurs fibres élastiques et de leur membrane intime, et autour d'eux on voit un très riche entrelacement de ces fibres. Leur cours par rapport au vaisseau lui-même est très varié; elles sont, en grande partie, parallèles à celui-ci, ou disposées plus ou moins obliquement: quelques-unes arrivent perpendiculairement et ainsi l'entourent ou se font bientôt parallèles à lui. Ces fibres sont très nodoyantes, ont des dimensions moyennes et envoient des subdivisions. En suivant leur cours à partir de leur point de départ du vaisseau on les voit s'engager entre fibre et fibre musculaire, ou encore arriver à un autre vaisseau (fig. 2, Pl. II *ab*). Considérées dans leur ensemble elles forment de véritables faisceaux de fibres qui unissent les vaisseaux entre eux ou qui se répandent entre les faisceaux musculaires.



Les aponévroses des muscles, dans des préparations bien réussies, nous présentent seulement un amas de fibres élastiques parallèles entre elles, légèrement onduyantes, plus ou moins entrelacées. De même aussi les cloisons qui partent de celles-ci et qui s'introduisent dans les muscles, se comportant ensuite comme on l'a vu plus haut par rapport aux faisceaux et prenant aussi des rapports intimes avec les vaisseaux (fig. 2, Pl. IIc).

Il ne reste plus maintenant qu'à considérer la manière de se comporter des fibres élastiques avec les extrémités des fibres musculaires striées.

Dans les figures que j'ai données à cet égard, les fibres musculaires se terminent d'une manière nettement délimitée avec une extrémité arrondie, plus ou moins acuminée, autour de laquelle se disposent les fibres élastiques. Ce mode de terminaison des fibres musculaires se trouverait en contradiction avec ce qu'a dit, sur ce sujet, Golgi (1) qui admet une continuation entre les fibrilles musculaires et les fibrilles connectives des tendons, c'est-à-dire, un passage gradué entre la substance musculaire et la substance connective. J'ai représenté ces terminaisons comme elles se montrent dans les préparations; je dois cependant faire observer qu'on n'en peut rien déduire sur cette question, car l'acide arsénique, qui a pour action de rentler le tissu connectif, pourrait avoir altéré la continuation entre les fibrilles musculaires et les fibrilles connectives.

Donc, les fibres élastiques qui courent entre fibre et fibre musculaire, arrivées au terme de l'une de celles-ci, se font plus parallèles à cette dernière, plus nombreuses, se rapprochent entre elles et forment comme un faisceau élastique qui se continue au delà (fig. 3, Pl. II). Cette manière de se comporter de ces fibres se rencontre partout où finit une fibre musculaire, tant à l'intérieur des muscles qu'à leur passage dans les tendons et à leurs insertions sur des parties dures ou sur des parties molles.

Dans l'intérieur des muscles, les fibres élastiques réunies en faisceau à l'extrémité d'une fibre musculaire peuvent, après un certain cours, se perdre entre d'autres fibres musculaires ou venir s'entrelacer avec les fibres élastiques de quelque vaisseau ou de quelque cloison intermusculaire: dans les passages des muscles dans les tendons elles se

(1) GOLGI, *Annotazioni intorno all'istologia normale e patologica dei muscoli vertebrati* (Arch. per le scienze mediche, 1881, vol. II, pp. 8-11).

continuent de l'extrémité de la fibre musculaire sur les faisceaux du tendon, et dans les points d'insertion des muscles aux os et aux cartilages ou aux parties molles, comme à la peau et à la langue, ces fibres après s'être réunies à l'extrémité de la fibre musculaire vont se répandre et s'entrelacer avec l'ensemble très serré de fibres élastiques du périoste ou du périchondre, ou avec celles du derme de la peau ou du tissu sous-muqueux de la langue.

En s'appuyant sur ces observations faites à de nombreuses reprises, on peut donc conclure:

a) Que l'extrémité des fibres musculaires striées est constamment en rapport avec des fibres élastiques;

b) Que ces rapports sont toujours les mêmes, en quelque partie que la terminaison des fibres musculaires ait lieu.

Venant maintenant à établir la comparaison entre la disposition des fibres élastiques dans la musculature lisse et la disposition dans la musculature striée, on peut apercevoir une analogie entre l'une et l'autre.

En conséquence nous pourrons, ici encore, établir les points suivants:

a) Que dans l'intérieur des muscles tant lisses que striés, le tissu élastique contracte des rapports analogues avec les faisceaux et avec les fibres musculaires;

b) Que la manière de se comporter des fibres élastiques dans les points de terminaison, soit des muscles lisses, soit des muscles striés, qu'elles s'insèrent dans des parties dures ou dans des parties molles, est toujours la même.

Pour le moment je mentionne seulement, comme je l'ai déjà fait ailleurs, que le sarcolemme nous présente aussi la réaction caractéristique du tissu élastique avec le nitrate d'argent; que dans les muscles de grenouille il se montre constitué de très petites fibrilles élastiques disposées circulairement à la fibre musculaire se subdivisant et formant des anastomoses entre elles, de manière qu'il en résulterait un très fin réseau, avec des mailles, la plupart de forme ovale, dont le grand diamètre serait disposé circulairement à la fibre elle-même; et que dans les muscles de rat j'ai rencontré aussi la même réaction que ne présentait ce réseau très serré; seulement les mailles se montraient plus petites, presque circulaires. Ainsi on pourra apprécier à sa valeur la part que le tissu élastique a dans le tissu musculaire, et on aura aussi une ferme base anatomique pour les différents phénomènes d'élasticité et pour leurs modifications.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. — Section de la paroi de vessie de nouveau-né dans laquelle on aperçoit les faisceaux musculaires sectionnés transversalement et longitudinalement. Les espaces interfasciculaires sont très amples, c'est pourquoi il y a abondance de fibres élastiques. En général le cours de ces fibres est perpendiculaire aux faisceaux et aussi à la cavité de la vessie. — *a. a.* — Faisceaux secondaires musculaires entourés de fibres élastiques de grosses et de petites dimensions. — *b. b.* — Faisceaux musculaires primaires de l'union desquels résultent les faisceaux secondaires. Parmi eux on aperçoit une ou plusieurs fibres élastiques qui les entourent le plus souvent transversalement. — *c.* — Fibres élastiques très minces qui se trouvent entre les fibres musculaires en direction presque parallèle à celles-ci. — *d.* — Dans les sections transversales des faisceaux, ces fibres se présentent comme des points ou comme des traits de ligne entre les fibres musculaires.

Fig. 2. — Extrémité d'un faisceau musculaire lisse du vagin de nouveau-né, dont les fibres élastiques vont se terminer sur un vaisseau en s'entrelaçant avec celles du vaisseau lui-même.

Fig. 3. — Extrémité d'un faisceau musculaire lisse du vagin de nouveau-né, dont les fibres élastiques vont s'entrelacer avec celles d'un faisceau musculaire sectionné transversalement.

Fig. 4. — Extrémité d'un faisceau musculaire lisse se terminant dans la région papillaire de l'aréole de la mamelle.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 1. — Section transversale de muscle du cou de rat. — *a. a.* — Faisceaux musculaires secondaires. Les faisceaux musculaires secondaires sont entourés de fibres élastiques minces qui, réunies ensemble, forment comme des lames élastiques. De chaque lame partent des fibres qui vont s'unir à d'autres. — *b. b.* — Faisceaux musculaires primaires entourés eux aussi de fibres élastiques qui proviennent de celles qui entourent les faisceaux secondaires. Entre fibres et fibres musculaires on voit aussi les traits des fibres élastiques qui se disposent le plus souvent parallèlement à elles.

Fig. 2. — Section longitudinale de muscle de la cuisse de rat. Entre fibre et fibre musculaire on observe le cours de fibres élastiques onduyantes dont quelques-unes vont se terminer sur les vaisseaux. — *a.* — Fibres élastiques qui vont d'un vaisseau à un autre. — *b.* — Fibres qui partant des vaisseaux vont se perdre entre les fibres musculaires. — *c. c. c.* — Fibres élastiques de l'aponévrose dont quelques-unes vont se mêler aux fibres musculaires.

Fig. 3. — Extrémité des fibres musculaires de la langue, entourées de fibres élastiques, qui se réunissent entre elles et vont se perdre dans le tissu élastique sous-muqueux

*La circulation cérébrale chez l'homme à l'état normal  
et sous l'influence des substances hypnogènes <sup>(1)</sup>.*

RECHERCHES du Prof.<sup>r</sup> **GAËTAN RUMMO** et du D.<sup>r</sup> **ANDRÉ FERRANNINI**.

Le travail dont nous donnons ici un résumé succinct, est un mémoire in-4° de 69 pages avec 16 planches lithographiques et 17 gravures. Deux phototypies représentent les personnes qui ont servi à cette étude de la circulation cérébrale.

F. Margherita, âgé de 24 ans, est un jeune homme robuste qui fut jeté, par l'éclat d'une mine, dans un précipice, où il se fractura le crâne à la région temporale gauche, dont la solution de continuité laissait le cerveau à découvert. Cette lésion occasionna une méningo-encéphalite, qui, localisée dans une partie de la zone correspondant aux centres corticaux moteurs et dans la zone du langage articulé, fut suivie d'une aphasie motrice et d'une sclérose descendante qui a intéressé le faisceau pyramidal correspondant, d'où une hémiplégie du côté opposé et des accès épileptiques partiels.

G. Gisonda, âgé de 12 ans, reçoit, sur la tête, un poids d'horloge de deux kilogr. tombant d'un troisième étage. La portion du pariétal fracturée, menacée de nécrose, fut enlevée, et le cerveau fut ainsi mis à nu dans une grande étendue.

Il n'eut pas d'accès convulsifs pendant son séjour à l'hôpital. Chez les deux individus, la lésion de la boîte crânienne datait d'une époque éloignée.

Les auteurs font au long l'histoire clinique de ces deux malades.

Dans le 2<sup>me</sup> chapitre ils font l'historique de la méthode suivie, jusqu'à présent, dans l'étude de la circulation cérébrale, et ils finissent par adopter une méthode semblable à celle de M<sup>r</sup> A. Mosso (2).

(1) Napoli, 1883, tip. Terani.

(2) A. Mosso, *Sulla circolazione del sangue nel cervello dell'uomo. Mem. e della R. Accad. dei Lincei*. Vol. V, 1879.

On couvrit l'ouverture du crâne au moyen d'une plaque d'ébonite ou de laiton légèrement concave. Les mouvements de la cicatrice étaient transmis par l'air à un tambour enregistreur de Marey.

Dans le 3<sup>e</sup> chapitre, les auteurs étudièrent les variations sphygmographiques et pléthysmographiques dans la circulation des organes. Cet aperçu sur l'état actuel de la physiologie sert comme de prélude à l'exposition des recherches sur les variations diurnes et nocturnes du pouls cérébral, qui constitue la partie la plus intéressante de ce mémoire.

Les variations ont été suivies d'une manière continue pendant 24 h. environ, ce qu'on n'avait pas encore pu faire, et les planches présentent la reproduction des tracés qui sont d'une grande netteté.

Les conclusions des auteurs sont les suivantes:

a) Le pouls cérébral, dans les premières heures du matin, présente un type variable selon les jours, quoique d'habitude le type soit tricuspidé;

b) Depuis les premières heures matinales jusqu'à 11 h. du matin, le pouls ne change pas de type, tandis que la fréquence et l'amplitude des pulsations et des ondulations diminuent;

c) Dans les heures qui suivent le déjeuner, soit de 12 à 4 h. du soir, il y a augmentation du ton des vaisseaux, de la fréquence, de la vitesse et de l'amplitude des pulsations;

d) Dans les dernières heures du jour, soit de 4 à 6 h., le pouls cérébral diminue un peu de fréquence et d'amplitude et le type tend à devenir tricuspidé, ce qu'indique une légère dilatation des vaisseaux;

e) Dans les heures qui suivent le dîner, c'est-à-dire de 6 à 10 h. du soir, le pouls cérébral présente les mêmes changements que dans les heures qui suivent le déjeuner, mais d'une manière plus accentuée;

f) Ces modifications du pouls cérébral, pendant le jour, ont varié d'intensité et de durée, et quelquefois aussi de qualité, selon le type, qu'il présentait dans les premières heures du matin;

g) Pendant le sommeil physiologique, le pouls cérébral présente, non pas une seule modification, consistant en hyperhémie ou en ischémie, relativement à l'état précédent de veille, mais bien plusieurs changements, dans lesquels nous distinguons *trois phases* différentes;

h) Dans une *première phase*, comprise entre 10 h. du soir et 1 h. du matin, le pouls cérébral diminue très peu de fréquence par rapport à l'état de veille, mais le ton des vaisseaux augmente, s'il

n'avait pas déjà augmenté par suite du repas du soir. En d'autres termes, on observe de l'ischémie avec augmentation du ton vasculaire et une légère diminution de fréquence;

i) Dans une *seconde phase*, comprise entre 1 et 3 heures du matin, la fréquence du pouls diminue considérablement et l'on observe une grande dilatation des vaisseaux, avec une égalité notable des pulsations, c'est-à-dire que les ondulations sont peu sensibles. En d'autres termes, il y a hyperhémie avec diminution de l'énergie cardiaque;

k) Dans une *troisième et dernière phase*, comprise entre 3 et 5 ou 6 heures du matin, le ton des vaisseaux cérébraux et la fréquence vont en augmentant graduellement; ainsi il y a ischémie par vaso-constriction, accompagnée d'une augmentation de fréquence;

l) Peu de temps avant le réveil, surtout chez le plus jeune de nos sujets, le ton des vaisseaux cérébraux augmente tellement qu'il s'établit ce que nous avons appelé *période spasmodique* du pouls cérébral;

m) Quelques minutes après que l'individu s'est réveillé, persistent l'augmentation de fréquence et l'ischémie par vaso-constriction; ce n'est que quelque temps après que, à l'ischémie, succède l'hyperhémie cérébrale.

Dans le chapitre V°, on étudie les variations du pouls cérébral pendant l'état de veille et pendant le sommeil, ces deux états étant intervertis, ainsi que l'influence de l'âge sur les changements de ce pouls.

Les auteurs ont établi les conclusions suivantes:

a) Chez les personnes non habituées à intervertir l'ordre naturel de succession de la veille et du sommeil, quand elles veillent pendant la nuit, le pouls cérébral, pendant ce temps, ne présente pas les variations que nous avons notées lorsqu'elles dorment pendant la nuit:

b) Pendant cet état de veille interverti, on note *deux phases* dans les variations du pouls cérébral. Dans la *première phase*, comprise entre les heures qui suivent le repas du soir et minuit, la fréquence du pouls cérébral et le ton vasculaire augmentent; pendant la *seconde phase*, comprise entre minuit et 6 heures du matin, la fréquence et le ton vasculaire diminuent graduellement;

c) Quand ces personnes dorment le matin qui suit la nuit où elles ont veillé, le pouls cérébral, pendant ce sommeil, ne présente pas les variations observées pendant le sommeil nocturne;

d) Pendant cet état de sommeil interverti, il n'y a, dans les va-

riations du pouls, qu'une seule et longue phase, dont les caractères sont parfaitement les mêmes que ceux qui ont été observés dans la seconde phase de la veille intervertie, et encore plus accentués. On voit aussi, dans cet état de la circulation cérébrale, qu'une stimulation des centres sensitifs est suivie de modifications du pouls cérébral, qui devient ischémique par l'effet d'une vaso-constriction et augmente de fréquence;

e) Lorsque ce sommeil interverti cesse, le pouls cérébral conserve les caractères notés pendant le même sommeil, et il n'y a pas le moindre indice d'augmentation du ton vasculaire et, partant, de la *période spasmodique* du pouls cérébral.

Ces expériences sur la veille et le sommeil intervertis attirent l'attention sur les différences relatives à la manière spéciale dont se sont manifestées les variations du pouls cérébral, chez chacun des deux sujets d'expérience, dans toute la série des observations.

Une première différence consiste dans la plus grande fréquence, que présente ordinairement le pouls cérébral du jeune Gisonda, relativement à celle qui a été observée chez Margherita.

Un second caractère différentiel très important, c'est la plus grande variabilité ou instabilité du pouls cérébral chez Gisonda, sous l'influence des mêmes conditions du milieu ambiant.

On a surtout une preuve de ce fait en comparant les résultats obtenus dans les expériences sur l'interversion.

Dans une de ces expériences, quoique les deux sujets fussent soumis au même régime diététique, que le dîner leur fût servi à la même heure, et que, pendant la nuit, ils eussent tous deux veillé en jouant aux cartes avec les expérimentateurs, les variations du pouls cérébral, durant les deux phases de cette veille intervertie, furent plus égales et plus continues chez Margherita que chez le petit Gisonda.

On a vu, en effet, que, dans la seconde de ces phases, tandis que le pouls cérébral de Margherita diminuait de fréquence d'une manière graduelle et lente, une dilatation progressive des vaisseaux se manifestant en même temps, et qu'il se maintenait dans ces conditions, chez Gisonda, au contraire, ces mêmes caractères, quoiqu'ils fussent apparus à la même heure que chez Margherita, ont cependant été remplacés, vers 1 h. du matin, par des caractères tout à fait opposés, pour redevenir, vers les 2 h. du matin, ce qu'ils étaient avant et persister pendant le reste de cette seconde phase.

On a aussi vu, au matin, durant le sommeil interverti, que, pendant

qu'on notait les variations du pouls cérébral dont on a déjà parlé, tout à coup, sans causes appréciables, elles étaient remplacées, dans le pouls cérébral du petit Gisonda, vers les 9 h. du matin, par des variations opposées, pour reparaitre, vers les 10 heures, comme elles étaient auparavant.

Ainsi, la circulation cérébrale d'un enfant doit indubitablement se ressentir plus que celle d'un adulte des plus petites variations qui se font dans le milieu ambiant et dans les conditions physico-chimiques internes.

On aurait, selon les auteurs, l'explication de ce fait intéressant dans le manque de développement, chez l'enfant, de la propriété des divers centres nerveux par laquelle l'excitation d'un d'entre eux peut produire l'inhibition ou la suspension de l'activité d'un autre centre.

On peut, d'après les auteurs, établir que:

a) Dans les mêmes conditions du milieu ambiant, la circulation cérébrale est bien plus variable chez un enfant que chez un jeune homme;

b) L'influence d'un stimulus, quelle qu'en soit l'origine, occasionne plus facilement chez un enfant que chez un adulte une modification dans la circulation cérébrale;

c) En général, le pouls cérébral est plus fréquent chez un enfant que chez un jeune homme, et, chez l'enfant, sous l'influence d'une certaine excitation, il augmente ordinairement de fréquence et présente tous les signes d'une vaso-constriction;

d) Ces faits semblent dépendre d'une excitabilité moindre pour l'enfant, soit des centres inhibitoires corticaux, soit des nerfs inhibitoires du cœur et des vaisseaux.

Dans le chapitre VI<sup>e</sup> intitulé: *Variations sphymographiques du cerveau et de l'avant-bras et pléthysmographiques de l'avant-bras et variations du temps de réaction, observées simultanément pendant le sommeil physiologique*, les auteurs ne se sont pas contentés d'observer les variations du pouls cérébral, mais ils ont voulu, d'une part, déterminer, avec plus de précision, le sens et le mécanisme de ces variations, et, d'autre part, établir expérimentalement le rapport qui existe entre l'état de la circulation cérébrale et celui de l'excitabilité des centres nerveux supérieurs dans les diverses phases du sommeil physiologique dont ils ont déjà parlé.

Pour déterminer avec précision le sens et le mécanisme des varia-



tions de la circulation cérébrale, ils prirent, en même temps que le tracé sphygmographique du cerveau, celui de l'avant-bras et les variations volumétriques correspondantes, se servant de l'aéro-sphygmographe et du pléthysmographe gazométrique de Mosso. Ce dernier appareil, bien qu'il ne présente pas les avantages de l'hydro-pléthysmographie, n'indiquant pas avec précision les variations de la quantité du sang en circulation, quand elles dépassent certaines limites, devait être préféré pour leurs recherches; car ils n'auraient certainement pas réussi à faire dormir leurs sujets d'un sommeil calme et continu, comme ils l'ont obtenu, s'ils s'étaient servis de l'hydro-pléthysmographie et de l'hydro-sphygmographe, pendant l'application desquels le bras doit rester suspendu et plongé dans le liquide.

Pour déterminer les variations de l'excitabilité des centres nerveux supérieurs, ils étudièrent les réflexes vasculaires du cerveau et de l'avant-bras avec une méthode semblable à celle qu'avaient suivie Mosso (1) et Fano (2) pour étudier les réflexes vasculaires de l'avant-bras, et le ton vasculaire au moyen d'une méthode pareille à celle qu'avaient adoptée Bajardi et Mosso (3) dans leurs *Recherches sur les variations du tonus dans les vaisseaux sanguins de l'homme*. Elle consiste à observer les effets que produit la pesanteur sur les caractères du pouls et sur les variations pléthysmographiques, en faisant baisser le bras de manière à former un angle de 90° avec le tronc, ou bien en faisant baisser la tête sur le thorax de manière à former avec le tronc un angle de 70°, le corps de l'individu étant toujours étendu sur un lit dans le décubitus dorsal.

En examinant les résultats obtenus dans une de ces expériences, on observe que, le soir, avant que la personne se fût endormie, le ton vasculaire était assez énergique dans l'avant-bras comme dans le cerveau, à en juger d'après les caractères généraux des deux pouls, ainsi que d'après les effets notés, quand on fit baisser la tête et le bras. Ensuite, dans une première période du sommeil, comprise entre 10 h. du soir et minuit, on nota, soit dans l'avant-bras, soit dans le cerveau, une hyperhémie avec une légère dilatation des vaisseaux, la fréquence

(1) A. Mosso, *Application de la balance à l'étude de la circulation chez l'homme* (Archives italiennes de Biologie, Tome V, p. 130).

(2) G. Fano, *Sui movimenti riflessi dei vasi sanguigni* (R. Acc. dei Lincei, 1881).

(3) BAJARDI e MOSSO, *Ricerche sulle variazioni del tono nei vasi sanguigni dell'uomo* (Transunti R. Accademia Lincei, 1881).

ayant bien peu diminué relativement à l'état de veille. Dans une seconde période du sommeil, comprise entre minuit et 2 h. du matin, l'avant-bras est devenu ischémique, pendant que, dans le pouls cérébral, on voyait une diminution dans l'amplitude des pulsations accompagnée de signes d'un plus grand affaiblissement du ton vasculaire, c'est-à-dire d'oscillations respiratoires plus marquées et d'une transformation graduelle du type catacrote en tricuspide. Ces faits, mis en relation avec la diminution de fréquence, disent que, dans cette période, tant dans l'avant-bras que dans le cerveau, il s'est produit une ischémie, qui, en tenant compte de la dilatation simultanée des vaisseaux, laquelle favoriserait l'état opposé de la circulation, doit être attribuée à un affaiblissement de l'énergie systolique du cœur. Il est donc certain que, dans cette période, la circulation, surtout dans le cerveau, va en se ralentissant comparativement à la période précédente.

Quand la personne s'est réveillée la première fois, peu de temps après les 2 heures du matin, dans l'avant-bras, la quantité de sang est à peine augmentée, tandis que l'augmentation considérable de l'amplitude du pouls cérébral, avec l'augmentation générale de la fréquence, démontre que, dans le cerveau, en ce moment, il s'est fait une hyperhémie active, quoique la précédente dilatation vasculaire persistât en partie, ce que dénote le type du pouls évidemment tricuspide.

Margherita s'étant rendormi, dans cette autre période de sommeil, comprise entre 2 et 4 heures du matin, l'avant-bras continue d'être ischémique, comme dans la période précédente, et le pouls cérébral présente encore tous les signes de l'ischémie. Mais celle-ci est maintenant accompagnée d'une forte augmentation de ton vasculaire; aussi le type du pouls cérébral est-il absolument catacrote et les oscillations respiratoires ont-elles disparu. L'ischémie du cerveau est donc, dans cette période, d'origine périphérique, c'est-à-dire qu'elle dépend d'une vaso-constriction locale. En outre, comme, d'une part, l'avant-bras est resté ischémique et l'amplitude du pouls cérébral n'a pas beaucoup diminué, tenant compte de la grande augmentation du ton, et que, d'autre part, la fréquence a plutôt augmenté comparativement à celle qui a été observée dans la seconde période du sommeil, il est évident que soit la pression endo-vasculaire, soit la vitesse du sang dans les capillaires sont maintenant plus grandes que dans cette période, malgré l'ischémie.

Quand la personne se réveille de nouveau, à 4 h. et 10 minutes, l'avant-bras devient plus ischémique qu'avant, tandis que le pouls cérébral présente une hyperhémie provenant d'une cause locale, c'est-à-dire d'une dilatation vasculaire considérable. Il est inutile d'ajouter que, dans ce cas, l'hyperhémie cérébrale est active, car l'ischémie plus prononcée de l'avant-bras est accompagnée d'une augmentation de l'amplitude des pulsations cérébrales, dont la ligne ascendante s'est bien rapprochée de l'ordonnée, et dont la fréquence n'a point diminué.

Lorsque la personne se rendort, dans cette dernière période de sommeil, comprise entre 5 et 6 heures, la circulation, soit dans l'avant-bras, soit dans le cerveau, conserve les caractères décrits ci-dessus, présentant même une augmentation de fréquence.

Enfin, quand Margherita, à 6 heures de matin, se réveille définitivement, le pouls cérébral indique immédiatement une grande ischémie, dérivant d'une constriction vasculaire, tandis que l'avant-bras devient hyperhémique relativement à l'état précédent ; la fréquence générale augmente. Mais ensuite, le cerveau présente une hyperhémie plus grande que celle qui a été observée avant le réveil, et l'avant-bras conserve son état hyperhémique. Cette hyperhémie simultanée est due à une augmentation de l'énergie cardiaque, et favorisée par l'état des parois vasculaires dans ces deux organes.

Que cette hyperhémie dépende, au moins en partie, de la vasodilatation, on le voit par les grandes modifications qu'ont subies les deux pouls par l'effet de la pesanteur, dont l'influence a été favorisée de la même manière que dans la soirée précédente. Quant au temps de réaction, il résulte, des chiffres notés, que sa durée a graduellement augmenté dans la première et dans la seconde période du sommeil, pendant lesquelles, par suite du bruit, la fréquence est restée invariable, ou bien a un peu diminué. Au contraire, dans l'autre période, comprise entre 2 heures et demie et 4 heures et quart du matin, la durée du temps de réaction a diminué à tel point, qu'on peut dire qu'il n'y a pas eu d'intervalle entre la stimulation sensorielle et les modifications des deux pouls, dont la fréquence a augmenté, contrairement à ce qui s'était vérifié avant. Avec les résultats de cette observation concordent ceux des autres observations, rapportées dans le mémoire, alors même que le sujet ne s'est jamais réveillé pendant la nuit entière.

De ces observations et de quelques autres qu'on s'abstient de consigner dans ce résumé, on peut déduire les conclusions suivantes, qui

viennent compléter celles qui dérivent de la considération des variations du pouls cérébral examiné isolément :

a) La circulation du cerveau, ainsi que celle de l'avant-bras, présentent, non pas une seule modification, pendant toute la durée du sommeil physiologique, mais divers changements, divisés en *trois phases* distinctes, qui, dans les différentes observations, n'ont varié que comme durée ;

b) Dans une *première phase* du sommeil, comprise entre 10 heures du soir et 1 heure du matin, dans les deux organes, mais surtout dans le cerveau, on note une hyperhémie active avec une légère vasodilatation et une augmentation de fréquence ;

c) Dans une *seconde phase*, comprise entre 1 et 3 heures du matin, l'avant-bras devient ischémique, tandis que, dans le cerveau, l'hyperhémie est encore plus prononcée. Mais celle-ci est maintenant accompagnée d'une vaso-dilatation considérable et d'une grande diminution de la fréquence générale ;

d) Dans une *troisième et dernière phase*, comprise entre 3 et 5 ou 6 heures du matin, le cerveau devient toujours ischémique, par l'effet d'une vaso-constriction, et l'avant-bras, tandis que, dans quelques observations, il fut trouvé plus ischémique qu'avant, a présenté, dans d'autres observations, une légère hyperhémie ; la fréquence augmente toujours dans les deux pouls ;

e) Les modifications de la circulation cérébrale et de celle de l'avant-bras, qu'on observe au moment du réveil, varient selon l'heure où le sujet se réveille. Si celui-ci se réveille pendant la nuit, quelque soit la phase du sommeil, on trouve toujours l'ischémie dans l'avant-bras et l'hyperhémie dans le cerveau. Tandis que, lorsque le sujet se réveille définitivement le matin, dans le moment même du réveil, on observe la persistance de l'état de la circulation noté pendant la troisième phase. Mais ensuite l'avant-bras devient ischémique et le cerveau hyperhémique ;

f) L'influence de la pesanteur sur le ton des vaisseaux, soit dans le cerveau, soit dans l'avant-bras, se manifeste à peu près de la même manière, le matin, au moment du réveil, et le soir, avant que le sujet s'endorme ;

g) Le temps de réaction des vaisseaux du cerveau et de l'avant-bras à une stimulation sensorielle déterminée a graduellement augmenté pendant les deux premières phases du sommeil normal. Alors les modifications de la circulation, produites par la stimulation sens-

rielle dans ces deux organes, ont été inférieures à celles qui seront produites pendant la troisième et dernière phase, où le temps de réaction a diminué promptement et considérablement.

Le chapitre VII traite des *Variations sphymographiques du cerveau et de l'avant-bras, et pléthysmographiques de l'avant-bras, ainsi que des variations du temps de réaction, observées simultanément pendant le sommeil produit par des substances hypnogènes.*

Cette même méthode de recherches, qui avait été adoptée pour l'étude de la circulation cérébrale et de l'excitabilité des centres nerveux supérieurs durant le sommeil physiologique, a été employée pour cette autre série d'expériences, où le sommeil était produit par la plupart des substances dites hypnogènes.

Les somnifères qui ont été étudiés à ce point de vue sont l'*hydrate de chloral*, la *paraldéhyde*, la *morphine*, la *narcéine*, l'*hypnone*, le *méthylal* et l'*uréthane*. Ils ont été administrés tantôt par la voie de l'estomac, tantôt par injection hypodermique, à la distance de 8 jours au moins de l'un à l'autre.

Voici les conclusions :

a) L'état de la circulation cérébrale et celui de l'excitabilité des centres nerveux, chez l'homme, pendant le sommeil produit par les substances hypnotiques, diffèrent selon le narcotique employé :

b) Quelques-unes de ces substances, telles que la narcéine et la morphine, dans la production du sommeil, modifient plutôt l'excitabilité des centres nerveux ; d'autres, comme l'hydrate de chloral, la paraldéhyde et l'éthyl-uréthane, la circulation cérébrale ; d'autres enfin, par exemple l'hypnone et le méthylal, modifient l'une et l'autre à peu près comme le sommeil physiologique :

c) Sous l'influence de l'hydrate de chloral, de la paraldéhyde, de l'éthyl-uréthane, pendant une première phase du sommeil, comprise entre les dernières heures du soir et les premières heures après minuit, tandis que l'excitabilité des centres cérébraux diminue graduellement, la circulation cérébrale devient beaucoup plus active que dans l'état précédent de veille, présentant soit une hyperhémie, comme par l'effet de l'hydrate de chloral et de l'éthyl-uréthane, soit une ischémie, dépendante d'une vaso constriction, comme par l'effet de la paraldéhyde ; pendant une seconde phase du sommeil, comprise entre les premières heures après minuit et les premières heures du jour, l'excitabilité des centres nerveux augmente rapidement et la circulation cérébrale diminue, relativement à la phase précédente, présentant

soit un état hyperhémique, comme par l'action de l'hydrate de chloral et de la paralaldéhyde, soit une ischémie sans augmentation du ton vasculaire, ainsi qu'opère l'éthyl-uréthane;

d) Durant le sommeil produit par la narcéine, l'excitabilité des centres nerveux reste presque pendant toute la durée de la narcose dans un état de dépression considérable, et la circulation cérébrale subit les mêmes modifications que sous l'influence de l'hydrate de chloral, mais d'une manière encore plus prononcée;

e) Sous l'influence de la morphine, l'excitabilité des centres nerveux offre, pendant toute la durée du sommeil, une forte augmentation; la circulation cérébrale, dans une première période, ne se modifie guère relativement à l'état précédent et présente une légère ischémie ne provenant pas d'une vaso-constriction; dans une seconde période, elle se ralentit graduellement et devient hyperhémique;

f) Pendant le sommeil déterminé par l'hypnone et le méthylal, l'excitabilité des centres nerveux subit les mêmes changements que pendant la narcose produite par le chloral, la paralaldéhyde et l'éthyl-uréthane, et la circulation cérébrale est toujours légèrement hyperhémique; elle ne devient plus active qu'un moment avant le réveil, présentant alors de l'ischémie par vaso-constriction, sous l'influence de l'hypnone, de l'hyperhémie avec dilatation vasculaire, sous celle du méthylal;

g) Le sommeil le plus calme, le plus continu et le plus profond a été produit par la narcéine.

Dans le dernier chapitre, les auteurs font la synthèse de leurs recherches, considérant le sommeil et l'état de la circulation cérébrale au point de vue biologique et sous le rapport de la thérapeutique. Après avoir fait l'historique des recherches relatives à cette intéressante étude, ils exposent la théorie qui leur paraît la plus satisfaisante, touchant le mécanisme du sommeil et le rapport entre le sommeil et l'état de la circulation et de l'excitabilité du cerveau.

Voici comment ils s'expriment: « Un fait, que nos recherches rendent évident, c'est que le sommeil, chez l'homme, est accompagné de modifications de la circulation cérébrale bien différentes les unes des autres et quelquefois opposées. Il y a même de grands changements pendant les diverses phases d'un même sommeil, soit qu'il se manifeste spontanément, soit qu'on le provoque par l'usage des narcotiques. Nous avons aussi observé, surtout dans le sommeil produit par les substances hypnogènes, que l'état de l'excitabilité des centres nerveux est en

contraste avec celui de la circulation cérébrale. Ainsi, dans un cas, tandis que le temps de réaction diminue et que les modifications vasculaires du cerveau et de l'avant-bras sont considérables par suite de la production du bruit ordinaire, la circulation cérébrale présente de l'hyperhémie avec vaso-dilatation et une diminution de fréquence assez sensible, soit un ralentissement; et viceversa, dans un autre cas, tandis que le temps de réaction augmente et que les modifications vasculaires du cerveau et de l'avant-bras sont peu marquées par suite de la production du bruit, la circulation cérébrale, au contraire, présente tous les signes d'une hyperhémie active.

Hé bien! ce fait, soit, un certain contraste entre l'état de la circulation et celui de l'excitabilité du cerveau pendant le sommeil, est en harmonie avec une loi générale de biologie.

Il est incontestable que, sans nutrition, il n'y a pas de vie; la nutrition rend la cellule apte à fonctionner. Mais cela n'indique pas que la fonction dépende uniquement de la nutrition, de manière que l'intensité de la vie soit directement en rapport avec la quantité de matériaux que la cellule reçoit du milieu ambiant. Pour qu'il en soit ainsi, il faut absolument que la cellule soit capable d'assimilation. Comme l'énergie fonctionnelle, dans ses diverses manifestations, est en raison de l'intensité de l'échange interstitiel de la cellule, il s'ensuit que si celle-ci n'est pas apte à assimiler les aliments qui lui parviennent par la circulation, on aura le cas, qui semble un paradoxe, où une cellule est incapable de se contracter, s'il s'agit d'un tissu musculaire, de sécréter, si elle appartient à une glande, de penser, si elle fait partie de la substance corticale d'un cerveau, quoique le sang lui arrive en abondance.

Nous avons trouvé un contraste entre l'état de la circulation et celui de l'activité d'un organe, parce que la vie des cellules ne dépend pas uniquement des matériaux que leur fournit le sang. Le contraste entre l'état de la circulation du cerveau et celui de son excitabilité, dont nos recherches ont démontré l'existence, bien qu'en faibles proportions, dans le sommeil physiologique, dépend, selon nous, de la différente réaction des centres cérébraux supérieurs et des centres cardio-vasculaires, en rapport avec leur différente irritabilité, sous l'influence d'une même cause, représentée par cet ensemble de changements qui s'opèrent, pendant la nuit, dans le milieu extérieur et dans le milieu physico-chimique intérieur de l'organisme. Ainsi pendant la nuit, dans la première des phases dont nous avons parlé, il y a dé-

pression dans les centres corticaux, qui sont plus irritables, tandis qu'il y a un peu de surexcitation dans les centres bulbo-médullaires: pendant la seconde phase, ceux-ci présentent aussi une dépression, et celle des centres cérébraux continue; enfin, pendant la troisième et dernière phase, soit, dans les premières heures du jour, quand les conditions de la vie, qui existent pendant le jour, tendent à se rétablir dans les milieux extérieur et intérieur, ce sont les centres corticaux, plutôt que les bulbo-médullaires, qui se réveillent les premiers, parce qu'ils sont plus irritables.

On comprend que ce certain degré d'hypérexcitabilité des centres bulbo-médullaires, observé pendant la première phase du sommeil, est dû à la dépression des centres inhibitoires correspondants, représentés par les centres cérébraux.

Voilà pourquoi nous avons noté, dans nos expériences, que, durant la première phase, tandis que le temps de la réaction à une excitation déterminée va en augmentant dans les centres nerveux du sorsorium, dans la circulation cérébrale, on vérifie une augmentation de fréquence avec hyperhémie ou bien avec ischémie par vaso-constriction; pendant la seconde phase, le temps de réaction augmente encore de durée, tandis que, dans la circulation cérébrale, on trouve une hyperhémie avec vaso-dilatation et une forte diminution de fréquence, c'est-à-dire un ralentissement du cours du sang. Enfin, dans la troisième phase, le temps de réaction diminue, et la circulation cérébrale présente une ischémie par vaso-constriction, avec augmentation de fréquence; cependant la diminution du temps de réaction se manifeste bien avant qu'on rencontre l'état sus-indiqué de la circulation cérébrale.

Relativement au sommeil produit par les substances hypnozoïnes, nos expériences ont démontré que le contraste entre l'état de la circulation cérébrale et celui de l'excitabilité des centres nerveux supérieurs est encore plus accentué que dans le sommeil physiologique; et il le vaut en être ainsi, parce que généralement les effets provoqués par ces agents sur l'organisme, ne dépendent pas seulement de la diverse irritabilité des tissus sous l'influence d'un même stimulus, mais aussi de l'action élective, qu'ils exercent sur un tissu ou sur un organe particulier, par suite de phénomènes bio-chimiques qu'on ne peut pas toujours connaître.

Comme le curare agit plus vite et avec plus de force sur les plaques terminales motrices de Kühne et Rouget que sur la substance corti-



cale du cerveau, qui est certainement plus irritable, ainsi un agent hypnogène peut avoir plus d'action sur les centres cardio-vasculaires et, partant, sur la circulation cérébrale que sur les centres psychosensitifs et psycho-moteurs; ou bien surexciter les uns et déprimer les autres ou viceversa, indépendamment de l'ordre, que nous pourrions appeler hiérarchique, de leur irritabilité.

Nous avons vu, en effet, que la narcéine produit une forte diminution de l'excitabilité des centres nerveux supérieurs, tandis que la circulation cérébrale est beaucoup moins modifiée par ce somnifère que par d'autres.

Nous avons établi que, dans une première phase du sommeil, par l'effet de l'hydrate de chloral, de l'éthyl-uréthane et de la paralaldéhyde, l'excitabilité des centres cérébraux supérieurs subit une dépression, tandis que la circulation cérébrale se fait plus active, c'est-à-dire que la pression et la vitesse du sang augmentent, ce qu'ont démontré les variations sphymographiques simultanées du cerveau et de l'avant-bras, ainsi que les variations pléthysmographiques de ce dernier. Cet état de la circulation cérébrale s'accompagne d'une hyperhémie par l'effet du chloral et de l'éthyl-uréthane, d'une ischémie dépendante d'une vaso-constriction par l'effet de la paralaldéhyde.

Nous avons, au contraire, observé dans une seconde phase du sommeil, que les centres nerveux supérieurs qui ont été les premiers à subir une dépression, reprennent graduellement leur excitabilité normale, tandis que les centres cardio-vasculaires, qui tout d'abord étaient dans un état d'excitation, se trouvent maintenant dans une dépression plus ou moins grande selon le narcotique employé, et que par conséquent la circulation cérébrale se ralentit. Ce ralentissement de la circulation s'accompagne d'hyperhémie du cerveau sous l'influence du chloral et de la paralaldéhyde, d'ischémie de cet organe, sans augmentation du ton vasculaire, sous l'influence de l'éthyl-uréthane.

Les modifications de la circulation cérébrale produites par la narcéine sont analogues à celles qui proviennent de l'action du chloral, mais beaucoup moins prononcées.

Or, tout cela est en harmonie avec les propriétés physiologiques générales de ces substances, lesquelles, tandis qu'elles diminuent, dès le commencement de leur action, l'excitabilité des centres nerveux supérieurs, excitent, dans une première période, les centres des nerfs vaso-moteurs, soit particulièrement les vaso-dilatateurs, comme il arrive par l'effet du chloral, soit les vaso-constricteurs, comme cela se

vérifie par suite de l'action de la paraldéhyde, mais produisent, dans une seconde période, une dépression plus ou moins marquée dans les centres cardio-vasculaires.

Au contraire, dans le sommeil provoqué par l'hypnone et par le méthylal, ce contraste se manifeste quasi dans les mêmes proportions que dans le sommeil physiologique, parce que ces substances n'ont pas une action élective bien prononcée, mais ils agissent sur les divers tissus selon leur irritabilité, comme agissent les variations des milieux interne et externe dans le sommeil naturel. Nous avons seulement noté que, dans le sommeil produit par l'hypnone et par le méthylal, la dépression des centres cérébraux est plus intense et dure plus longtemps que dans le sommeil physiologique.

Enfin, dans le sommeil provoqué par la morphine, tandis que les centres cardio-vasculaires, et par conséquent la circulation cérébrale, subissent une dépression qui va toujours en augmentant, les centres sensitivo-sensoriaux sont, presque tout le temps du sommeil, dans un état de forte exaltation, tant chez les animaux que chez l'homme, comme nous avons noté dans nos observations.

Pour expliquer ce contraste si évident, provenant de l'action de la morphine, nous rappelons ici l'influence analgésique de ce médicament et les résultats qu'a obtenus Claude Bernard (1) de ses expériences sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme.

Cl. Bernard a démontré qu'il suffit de faire inspirer à un animal morphinisé une très légère quantité de chloroforme, pour que l'exaltation de l'excitabilité sensitivo-sensoriale, produite par la morphine, soit remplacée par sa dépression, l'anesthésie. En d'autres termes, les nerfs sensitivo-sensoriaux, et non ceux de la sensibilité *algésique*, sont tellement surexcités par la morphine, que l'action même légère d'une autre substance qui agisse aussi sur ces nerfs suffit pour produire une dépression, conformément au principe, sur lequel nous avons tant insisté, que plus un tissu est excitable et excité, plus il passe facilement à un état de dépression. Or, en mettant en rapport cette excitation excessive des centres sensitivo-sensoriaux avec la dépression simultanée de la sensibilité douloureuse et de la circulation cérébrale, par l'effet de la morphine, on y voit le mécanisme des actions inhibitoires d'après lequel une forte stimulation d'un centre nerveux s'accompagne de la dépression d'autres centres nerveux.

Ainsi il est réel que les substances hypnogènes modifient en diverses manières la circulation et l'excitabilité cérébrale pendant le sommeil.

uniquement parce que leur action physiologique générale est différente, en d'autres termes, parce qu'il y a diversité dans les modifications qu'elles produisent dans les centres cérébraux supérieurs et dans les centres cardio-vasculaires dont la circulation cérébrale dépend, comme celle des organes en général; et si l'on considère l'analogie des fonctions chimiques, qui existe entre quelques-unes d'entre elles, comme entre la paraldéhyde et l'hydrate de chloral, on peut voir que souvent l'analogie dans l'action physiologique répond à celle qui concerne l'action chimique.

Cet ensemble de faits donne l'explication du rapport entre le sommeil et les variations de la circulation et de l'excitabilité du cerveau. Quoique le sommeil, en général, soit l'expression du besoin de repos, qui se fait sentir dans tous les tissus, par l'effet des modifications des milieux intérieur et extérieur, cependant on dit vulgairement qu'un individu a sommeil, quand ce besoin se manifeste dans les organes les plus élevés de l'économie animale, c'est-à-dire dans les centres psychosensitifs et psycho-moteurs, parce que l'homme cesse alors d'être en relation avec ses semblables, n'étant plus en rapport qu'avec le milieu physico-chimique; d'où la grande importance qu'on attache ordinairement aux modifications de la circulation cérébrale dans la production du sommeil, comme si celui-ci n'exprimait que le besoin de repos du cerveau. Mais nous avons démontré que l'influence du milieu se fait sentir plus tôt et plus fortement sur le cerveau, parce que cet organe est plus irritable que les autres.

Cependant on ne peut pas méconnaître que, si ce besoin de repos existe pour tous les tissus en général, il devient plus impérieux, lorsque, par l'effet d'une cause quelconque, il y a une forte dépression de l'excitabilité des tissus les plus nobles. Ceux-ci donnent, pour ainsi dire, le signal du sommeil aux autres membres de la colonie représentée par l'organisme. Aussi toutes les causes qui tendent à déprimer l'activité cérébrale, provoquent-elles effectivement le sommeil, à la condition cependant que les autres organes en sentent déjà le besoin. Ainsi donc, si les substances dites hypnogènes sont capables de produire le sommeil, c'est parce qu'elles diminuent, en même temps, l'excitabilité du cerveau et celle des autres tissus. Nous devons même noter que certains narcotiques, comme la morphine, provoquent le sommeil, quoiqu'ils surexcitent quelques centres du cerveau.

L'activité cérébrale, comme celle des autres organes, peut subir une dépression, ou directement, soit par action immédiate sur les éléments

hystologiques, ou indirectement, c'est-à-dire par la diminution de la pression ou de la vélocité du sang dans la circulation du cerveau, et conséquemment une diminution, dans ces éléments, des échanges interstitiels.

Cette diminution de l'activité de la circulation cérébrale peut se réaliser par suite de diverses circonstances. Ainsi, quand il y a diminution du travail dynamique de la systole cardiaque, la circulation se ralentit dans le cerveau, comme dans les autres organes. Ce ralentissement se vérifie encore plus facilement, si, avec cette dépression de l'énergie cardiaque, il y a aussi une dilatation des vaisseaux cérébraux, pourvu que soit la vaso-dilatation, soit l'affaiblissement de l'énergie du cœur, ne dépassent pas certaines limites. D'autres fois, la circulation cérébrale diminue par suite de l'hyperhémie qui s'établit dans une grande partie du système vasculaire, comme, par exemple, dans les vaisseaux de l'abdomen.

Nos recherches ont en effet démontré que, pendant le sommeil physiologique, si, dans la première phase, il n'y a que la diminution de l'excitabilité des centres cérébraux supérieurs, c'est-à-dire une dépression du cerveau qui se fait d'une manière directe, dans une seconde phase il y a aussi une dépression qui s'effectue d'une façon indirecte, soit par le ralentissement de la circulation de cet organe.

Il en est de même du sommeil produit par la paralaldéhyde, par l'hydrate de chloral, par l'uréthane, mais avec cette différence que, par l'action de ces hypnotiques, le ralentissement de la circulation cérébrale, durant la seconde phase du sommeil, a été plus sensible que dans la seconde période du sommeil physiologique, et, durant la troisième phase, si l'excitabilité des centres cérébraux se rétablit graduellement, il n'en est pas ainsi de la circulation cérébrale, contrairement à ce qui arrive pendant le sommeil normal.

Sous l'influence de l'hypnone et du méthylal, dès le commencement du sommeil, les centres nerveux subissent une dépression même indirectement, parce que la circulation correspondante présente un ralentissement progressif, quoique moindre que celui qu'on vérifie dans la seconde phase du sommeil provoqué par les autres hypnotiques indiqués ci-dessus. Par l'effet de la morphine, au contraire, dans une première phase, la circulation n'est guère modifiée; ce n'est que dans la seconde phase qu'elle se ralentit, tandis que l'hyperexcitabilité des centres sensitivo-sensoriaux persiste.

Enfin, nous avons vu que le sommeil le plus calme, le plus continu

et le plus profond se produit par l'effet de cette substance hypnogène, qui exerce, plus que les autres, une action dépressive directe sur l'excitabilité cérébrale, nous voulons dire la narcéine.

Les considérations que nous avons faites touchant le sommeil se rapportent aussi à l'insomnie. Celle-ci, quoiqu'elle soit essentiellement l'expression d'une exaltation de l'excitabilité de tous les tissus, provenant de diverses causes, ne se manifeste cependant que lorsqu'il y a excitation du plus irritable des organes, le cerveau, et cette excitation peut être directe ou indirecte, naturellement par suite de conditions complètement opposées à celles qui favorisent le sommeil. Ainsi l'insomnie dépend d'une manière indirecte d'un état d'hyperhémie active du cerveau provenant d'une vaso-dilatation locale avec éréthisme cardiaque.

Un état d'ischémie du cerveau se prolongeant beaucoup et l'hyperhémie par stase, si elle est forte, comme dans certaines cardiopathies à la période hyposystolique ou asystolique, exercent la même influence, parce que les tissus réagissent généralement de la même manière, c'est-à-dire qu'ils manifestent de la surexcitation, lorsque, dans leur milieu, il s'opère des modifications physico-chimiques très profondes, soit que les excitations normales y augmentent, comme dans le cas d'hyperhémie active, soit qu'elles diminuent, comme dans le cas d'hyperhémie par stase ou d'une ischémie bien prononcée.

Notre manière de considérer le rapport entre le sommeil et les changements de l'excitabilité et de la circulation du cerveau peut servir de règle aux praticiens. Ceux-ci doivent savoir si l'hyperexcitabilité cérébrale, déterminant l'insomnie, parce qu'il y a déjà prédisposition à cet état, provient, dans chaque cas, ou d'une modification de la circulation du cerveau, dont il faut connaître la nature, ou d'une stimulation directe de cet organe, ou encore de ces deux conditions simultanément.

Nous faisons observer avant tout que le praticien doit se régler, dans le choix du somnifère, sous le rapport des modifications qu'il produit dans la circulation cérébrale, selon la nature de celle qui s'opère dans la première phase du sommeil qu'il provoque. Car nous avons établi que, dans cette première phase, tous les agents hypnogènes, à l'exception de la morphine, causent une dépression de l'excitabilité des centres cérébraux, c'est-à-dire qu'ils provoquent cette condition qui donne le signal du sommeil à tout l'organisme.

Si la cause de l'insomnie dépend moins de la circulation cérébrale

que d'une exaltation générale du système nerveux, comme on le voit si souvent dans les diverses psychopathies et névroses, le praticien donnera la préférence à la narcéine, laquelle, selon nos expériences, modifie aussi, à la vérité, la circulation cérébrale, mais exerce sur l'excitabilité des centres nerveux une action dépressive directe plus puissante que celle des autres hypnotiques.

Si l'insomnie provient d'une forte douleur, il est naturel qu'il faille préférer la morphine, qui, à l'action hypnogène, ajoute l'analgésique.

Quand l'insomnie est la conséquence d'une hyperhémie active du cerveau, c'est la paraldéhyde qu'il faut employer, parce que cette substance, comme nous l'avons démontré, produit, pendant la première phase du sommeil, une constriction considérable des vaisseaux cérébraux. Il est évident que lorsque l'insomnie s'accompagne d'hyperhémie par stase, il convient de recourir, en même temps qu'à la paraldéhyde, à tout ce qui peut renforcer le cœur.

Dans les cas où l'insomnie est l'effet d'une ischémie cérébrale, on fera usage de l'hydrate de chloral ou de l'éthyl-uréthane, selon l'état du cœur, dont le chloral diminue notablement l'énergie.

Enfin, l'insomnie est-elle due à une hyperexcitabilité cérébrale dérivant d'une action directe ou bien d'un changement dans la circulation du cerveau, on administrera le méthylal ou l'hypnone, qui produisent, dans cet organe, une certaine dépression de l'excitabilité, et n'en modifient guère la circulation, agissant d'une manière analogue à ce qui se passe dans le sommeil physiologique.

Des recherches expérimentales du Prof. Rummo et du Dr. Ferrannini, que nous venons d'exposer, dérivent les conclusions suivantes.

a) Les modifications de la circulation et de l'excitabilité du cerveau, qu'on observe pendant le sommeil normal ou narcotique, ne doivent pas être considérées, selon la biologie, comme une cause essentielle de cet état;

b) Pendant le sommeil normal, ces modifications dépendent, d'après une loi de physiologie générale, de ce que les différents tissus se ressentent diversement, selon leur irritabilité, de l'influence dépressive ou excitante d'une même cause qui réside dans les changements qui s'opèrent pendant la nuit dans les milieux physico-chimiques intérieur et extérieur;

c) Si les substances hypnogènes provoquent le sommeil, c'est essentiellement parce qu'elles modifient plus ou moins l'irritabilité de tous les tissus. Les changements que certaines substances produisent:

particulièrement dans la circulation du cerveau, d'autres dans l'excitabilité de cet organe, sont l'effet d'une action élective qu'elles exercent ou sur les centres cardio-vasculaires, ou sur le cerveau, et ils constituent une cause occasionnelle de la manifestation du sommeil ;

d) On doit tenir compte des diverses modifications que les hypnotiques produisent dans la circulation et dans l'excitabilité du cerveau, afin de traiter l'insomnie selon la nature du mécanisme d'après lequel elle se produit dans les différents cas cliniques.

---

## *Les ancêtres des myriapodes et des insectes* <sup>(1)</sup>

---

*Anatomie comparée des thysanoures  
et considérations générales sur l'organisation des insectes*

par M. le Prof. BATTISTA GRASSI.

---

(Avec cinq planches)

---

### § I. — *Squelette externe et segments.*

Chez *Campodea*, le squelette chitineux est très délicat, ce qui est en rapport, d'une part avec la faiblesse et la condition peu différenciée de la musculature, d'autre part avec la fonction respiratoire, qui s'accomplit sans doute en grande partie à travers les téguments. La cuticule est très mince; les lames dorsales et ventrales sont assez distinctes dans le thorax, à peine marquées dans l'abdomen. Il y a des apodèmes (saillies ou prolongements internes de la cuticule, squelette interne comme on l'appelle quelquefois) en rapport avec les muscles des membres buccaux, les tergites et les sternites du thorax; ces apodèmes des tergites et des sternites sont de simples crêtes longitudinales médianes impaires. L'on peut aussi, peut-être, considérer la suture épicroténienne comme un apodème.

---

(1) Suite. Voir *Archives italiennes de Biologie*, t. XI, p. 1.

Chez *Japyx solifugus*, la cuticule est un peu moins mince et les lames dorsales et ventrales sont plus développées; les apodèmes sont distribués de même, mais ils sont plus robustes; ceux des sternums thoraciques sont presque en forme de fourche (Pl. I, fig. 9); enfin les sternums abdominaux forment un apodème très évident, en rapport avec chaque fausse patte. La suture épicroténienne, quoique d'une forme différente, est comparable à celle de *Campodea*.

Chez *Machilis*, la cuticule, quoique bien moins mince, est toutefois beaucoup moins développée que chez les insectes supérieurs. Les tergites se prolongent sur les côtés des corps et se terminent presque au niveau des bords latéraux des sternums, auxquels ils sont unis par des membranes pleurales minces; celles-ci demeurent cachées en forme de plis sous la partie du tergite qui avoisine le sternum (Pl. I, fig. 13). Ainsi, tandis que, chez *Campodea* et *Japyx*, les sternums se comportent comme, p. ex., chez les locustides, les lépidoptères et les névroptères, *Machilis* rappelle au contraire les odonates, les diptères et les hyménoptères. Il existe aussi chez *Machilis* des apodèmes; nous remarquerons surtout les apodèmes pairs qui se trouvent dans chaque anneau du thorax en correspondance avec l'articulation de chaque patte: l'on peut admettre qu'ils représentent en quelque sorte les deux branches antérieures de la fourche de *Japyx*, qui seraient devenues indépendantes et se seraient éloignées de la ligne médiane (Pl. I, fig. 14). Les sternums abdominaux offrent à leur tour certaines sutures qui rappellent les fourches thoraciques de *Japyx* (Pl. I, fig. 2 a et b), et cette comparaison nous servira plus loin. En somme, le squelette de *Machilis* est, de peu, plus différencié que celui de *Japyx*.

Quant aux Lépidismides, mes recherches sont incomplètes: je noterai seulement que, par son épaisseur, la cuticule rappelle celle de *Machilis*. Les tergites et sternums ont à peu près la même apparence que chez *Campodea*. Les sternums abdominaux n'ont pas de suture en fourche.

La cuticule porte des poils et des écailles; celles-ci ne sont que des poils modifiés (elles sont comparables aux poils simples non sensitifs) et dépendent, comme les poils, chacune d'une seule cellule de l'hypoderme, ce qui est évident à certaines périodes de développement chez *Machilis* (Pl. I, fig. 1).

Chez *Campodea*, la cuticule étant très mince, il n'y a pas de mue, sauf (d'après mes observations) sur les lobes internes des mâchoires et sur les tarses. Il s'agit donc d'une mue partielle. Je n'ai pas cons-



até non plus de véritable mue chez *Japyx*, si ce n'est sur quelques parties du corps, p. ex. sur la pince caudale. Chez les autres Thysanoures il y a une mue totale de la cuticule du tégument, du système trachéal et de l'intestin antérieur et postérieur.

L'examen de la cuticule montre déjà suffisamment qu'il existe 3 segments thoraciques et 10 abdominaux. Contrairement à l'opinion de certains auteurs, les valves anales ne sauraient compter pour un segment. Cela est prouvé à l'évidence par les formes qui possèdent en même temps un cerque impair et les valves (ex. *Machilis*); comme le cerque constitue un véritable prolongement de l'abdomen, de même que la queue des Thélyphones et des Koenenias, c'est dans cet appendice qu'il faudrait chercher les segments rudimentaires.

Les Thysanoures prouvent avec certitude que l'abdomen typique des insectes est composé de dix segments, qui se forment aussi dans l'embryon des insectes supérieurs, p. ex. chez l'abeille.

Chez les Thysanoures, les tergums et les sternums du troisième anneau thoracique sont bien distincts des pièces correspondantes du premier anneau abdominal (segment médiaire).

Il me semble que rien n'autorise à se servir de la suture épicroténienne pour déterminer le nombre des segments de la tête, comme l'ont fait certains auteurs.

§ II. *Musculature*. — La musculature des insectes a été encore peu étudiée, du moins dans le sens de la morphologie moderne; c'est pourquoi j'ai hésité à m'occuper de celle des Thysanoures, et encore plus à en faire l'objet d'une publication, n'ayant pas le temps de reprendre, pour le moment, l'étude des insectes supérieurs.

Je me bornerai donc, dans ce travail, à tracer quelques lignes de l'édifice.

La *Campodea* (Pl. I, fig. 3, 4 et 5) offre des conditions remarquablement primitives dans son système musculaire, ainsi que dans la plupart des autres organes. La cuticule étant très peu développée et la métamérie uniforme, la musculature est très simple. Du second au septième segment de l'abdomen, et avec peu de modifications dans les segments successifs, je remarque pour chaque métamère et de chaque côté: 1° un muscle dorsal plutôt large, à peine plus long que le tergum et peu éloigné de la ligne médiane (*m. longitudinalis dors*); 2° un muscle oblique dorsal, qui est plus superficiel que le précédent et qui s'insère très proche de l'insertion de celui-ci. Il le croise à la partie antérieure et s'insère postérieurement plus en dehors, mais au même

niveau (*m. obliquus dorst*) que lui; 3° plusieurs petits muscles qui vont du dos au ventre (*m. dorso-ventrales*); 4° un muscle ventral semblable au 1°, mais plus éloigné de la ligne médiane (*m. longitudinalis ventris*); 5° un muscle situé entre l'intestin et la chaîne ganglionnaire: il est oblique et inséré en avant sur la ligne médiane vers la moitié de la longueur du segment, sous le ganglion, en arrière, c'est-à-dire latéralement près de l'insertion postérieure du *long. ventr.*: le muscle d'un côté forme avec celui du côté opposé un  $\Lambda$ .

Ces muscles (*m. subganglionares*) préludent à la formation du diaphragme ventral qui a été décrit par Graber, comme partie intégrante de l'appareil circulatoire chez les insectes supérieurs. Il existe, en outre, de petits muscles longitudinaux aux côtés externes du *long. ventr.*, dont ils sont toutefois bien distincts; un de ceux-ci, au moins, va à la fausse patte et les autres à la vésicule abdominale (*m. retrahendes pseudopodum et vesicularum*). Ces muscles communs tendent à appuyer l'hypothèse que ces deux sortes d'organes sont des branches d'un même membre (v. plus loin). Je signalerai enfin l'existence d'autres petits muscles ventraux (*obliqui et transverses ventrales*).

Chez *Japyx*, la cuticule étant plus développée, la musculature est plus forte et plus complexe. Je la décris en prenant pour terme de comparaison la *Campodea* (Pl. I, fig. 6 et 7). Outre les muscles 1° et 2° décrits chez *Campodea*, il existe d'autres muscles obliques et transversaux du dos. Le 3° existe: il y a beaucoup d'autres petits muscles obliques et transversaux dorso-ventraux. Le 4° est subdivisé en plusieurs muscles, dont la direction est en partie différente. Le 5° est exactement représenté. Il existe, en outre, plusieurs petits muscles obliques et transversaux du ventre, comme chez *Campodea*. Les muscles des fausses pattes sont semblables à ceux de *Campodea*.

Dans la même région chez *Machilis*, la musculature est disposée d'une manière très différente (Pl. I, fig. 8). Ceci dépend surtout de ce que le corps, au lieu d'être plus ou moins aplati, est cylindrique, et les tergums, très développés, s'étendent jusqu'aux sternums qui sont plutôt étroits, tandis que les pièces pleurales sont réduites à de minces plis (Pl. I, fig. 13). La musculature ventrale de *Japyx* et de *Campodea* se trouve repoussée dans les parties latérales du corps et se prolonge jusque tout près des muscles dorsaux; en outre, la masse de la musculature, tant dorsale que ventrale, est plus considérable que celle de *Japyx* et de *Campodea*. Je tiens à noter, particulièrement dans le dos (*musculature oblique dorsale*), deux muscles obliques en sens opposé

et superposés l'un à l'autre; sur les côtés (*musculature oblique latérale*) deux muscles pareils aux précédents et un troisième plus extérieur qui correspond probablement au longitudinal du ventre de *Japyx* et de *Campodea*.

Au dedans et au dehors de cette musculature latérale, c'est-à-dire entre elle et l'intestin, de même, entre elle et le tégument, il existe un muscle dorso-ventral (Pl. I, fig. 13). Un muscle comparable au subganglionnaire paraît manquer. Les muscles rétracteurs des fausses pattes et des vésicules sont semblables à ceux de *Campodea*.

La musculature du thorax des Thysanoures est très compliquée à cause de ses rapports avec les pattes (Pl. I, fig. 9 et 10). Aussi bien chez *Japyx* que chez *Campodea* on trouve les muscles longitudinaux et obliques du dos. Les muscles longitudinaux du ventre ne sont plus reconnaissables avec certitude. Les dorso-ventraux vont en partie aux pattes ainsi que les obliques ventraux (quelques-uns de ceux-ci représentent peut-être les subganglionnaires). En correspondance des sternums du thorax, l'on trouve chez *Japyx*, comme je l'ai déjà dit, la fourche en forme d'Y (voir le § précédent) qui est représentée par une simple crête longitudinale médiane chez *Campodea*. Ceci est en rapport avec une disposition différente et plus compliquée de la musculature de *Japyx* dans cette région.

Tandis que chez *Japyx* et *Campodea*, et, jusqu'à un certain point aussi, chez *Machilis*, la musculature longitudinale et oblique est divisée régulièrement en myotomes correspondant à chaque segment, surtout dans l'abdomen, chez *Leptisma*, au contraire, ce caractère primitif est considérablement altéré; c'est-à-dire que, dans la région dorsale de cet animal, l'on observe une fusion partielle et compliquée des myotomes. Ceci dépend probablement, d'une part, de la petitesse de l'abdomen en comparaison du thorax, d'autre part, de la disposition des viscères dans la cavité abdominale. La musculature de *Leptisma* ressemble plus à celle de *Japyx* et de *Campodea* qu'à celle de *Machilis*, le déplacement de la musculature ventrale vers le côté du corps n'ayant pas eu lieu. Il est remarquable que les muscles subganglionnaires de *Campodea* et de *Japyx* deviennent surganglionnaires chez *Leptisma*.

Les questions principales que je voulais résoudre par l'étude de la musculature des Thysanoures sont les suivantes:

1° Peut-on déduire de sa disposition que les Thysanoures ont eu

autrefois des ailes qu'ils ont ensuite perdues, comme le suppose la théorie de la dégénération et de la néoténie?

2° Peut-on en déduire qu'il ait existé autrefois des pattes aux segments abdominaux?

Je n'ai rencontré aucune disposition qui autorise à admettre la première hypothèse. Seulement l'on peut dire que les *Thysanoures*, de même qu'ils sont pourvus de prolongements latéraux (des tergums) aptes à se transformer en ailes ou en branchies, sont de même pourvus de muscles aptes à entrer au service des ailes ou des branchies. Ces muscles, qui sont les mm. sagittaux et dorso-ventraux, n'existent pas seulement dans les segments du thorax, mais aussi dans ceux de l'abdomen. Ainsi, p. ex., les muscles dorso-ventraux de l'abdomen de *Machilis* peuvent être comparés au fléchisseur et à l'extenseur de l'aile des orthoptères, tels qu'ils sont décrits par Lucks.

L'on doit peut-être répondre à la deuxième question, que les muscles des fausses pattes et des vésicules peuvent être considérés comme un résidu de la musculature des pattes et comparés à l'extrémité distale de cette dernière. Quoi qu'il en soit, la disposition de la musculature ne s'oppose pas à l'hypothèse en question, laquelle est appuyée par beaucoup d'autres arguments.

Enfin je ferai remarquer que la musculature des *Thysanoures*, quoiqu'elle présente en partie une division fondamentale en portion dorsale et ventrale, avec des champs latéraux et des lignes médianes dorsale et ventrale, ne saurait être directement rattachée à celle des annélides comme l'a fait Lucks. Elle n'a pas non plus de rapports intimes avec celle de *Péripatus*.

§ III. *Système respiratoire*. — A) Les stigmates sont placés dans les pièces pleurales. Chez *Campodea* (Pl. II, fig. 15 et 16) il y en a trois paires: la première derrière le bord antérieur du second sternum; la seconde est presque au niveau de l'insertion de la seconde paire de pattes; la troisième a le même rapport avec la troisième paire de pattes. Ces deux dernières me paraissent correspondre au bord postérieur du deuxième et du troisième tergum. La première est latérale et plutôt ventrale, la seconde et la troisième sont dorso-latérales.

Chez *Japyx solifugus* (Pl. II, fig. 17 et 18) il y a onze paires de stigmates: les deux premières correspondent à celles de *Campodea*, mais la première se trouve au devant du bord postérieur du premier sternum; la troisième, qui manque évidemment chez *Campodea*, est

ventro-latérale et se trouve près du bord antérieur du troisième sternum (Je n'ai pas réussi à déterminer plus exactement ce point): la quatrième paire correspond parfaitement à la troisième de *Campodea*. Les sept autres se trouvent à peine en avant du bord postérieur des sept premiers sternums abdominaux; elles sont latéro-ventrales. *Japyx Isabellae* (Grassi) (Pl. II, fig. 19) est caractérisé par l'absence des stigmates correspondant aux deuxième et quatrième de *J. Solifugus*.

Chez *Machilis* (Pl. II, fig. 20, 21 et 22) il y a neuf paires de stigmates: une latérale entre le premier et le second anneau du thorax; une latéro-ventrale entre le second et le troisième; sept latéro-ventrales correspondant au tiers antérieur des 2<sup>d</sup>, 3<sup>me</sup>, 4<sup>me</sup>, 5<sup>me</sup>, 6<sup>me</sup>, 7<sup>me</sup> et 8<sup>me</sup> sternums abdominaux. La première correspond sans doute à la première des deux de *Japyx* et de *Campodea*; la seconde, je pense, à la troisième de *J. Solifugus* et à la seconde de *J. Isabellae*. Quant aux sept autres j'admets qu'elles représentent, malgré leur position différente, les sept dernières de *Japyx*. La seconde et la quatrième de *J. Solifugus*, la seconde et la troisième de *Campodea* manquent donc chez *Machilis*, qui se comporte en cela comme *J. Isabellae*.

*Nicoletia* (Pl. II, fig. 23 et 24) a dix paires de stigmates: la première est latérale et correspond sans doute à la première des formes ci-dessus; elle est placée au niveau de la partie antérieure du second sternum, comme chez *Campodea*; la seconde, également latérale, se trouve au niveau de la partie antérieure du troisième sternum; je la crois homologue à la troisième de *J. Solifugus* et à la seconde de *J. Isabellae* et de *Machilis*. Les huit suivantes ont une position latéro-ventrale et peuvent être rapportées aux intersegments entre le troisième sternum thoracique et le premier abdominal, et aux suivants, jusqu'à celui compris entre le septième et le huitième abdominal. L'on peut admettre avec raison que la troisième correspond à la quatrième de *J. Solifugus* et à la troisième de *Campodea* et les suivantes aux suivantes de *J. Solifugus*.

Chez *Leptismna* il y a dix paires de stigmates latéro-ventraux; ils sont placés au niveau des intersegments entre le premier et le second sternum thoracique et les suivants, jusqu'à celui qui se trouve entre le septième et le huitième de l'abdomen. Le même fait se répète chez *Leptisma* (Palmen). L'on peut dire ainsi que les stigmates de ces deux insectes correspondent à ceux de *Nicoletia*.

Les dispositions décrites ci-dessus montrent d'abord que les stigmates

n'ont pas une position absolument fixe. Ainsi, p. ex., le premier de *Japyx Solifugus* est plus antérieur que le premier des autres Thysanoures; la raison de ceci se trouve peut-être dans le nombre plus grand des stigmates chez cet animal. Ces déplacements sont surtout évidents dans le sens de l'axe longitudinal du corps.

Je me crois autorisé à considérer comme homologues les rapports décrits ci-dessus entre les différents Thysanoures. *Indubitablement la condition de Japyx Solifugus est la plus primitive et doit être le point de départ pour juger les stigmates de tous les insectes. C'est pourquoi je considère, que chez l'insecte le plus primitif que nous connaissons par rapport aux stigmates, les stigmates thoraciques sont au nombre de quatre et les abdominaux au nombre de sept.*

Je résume donc ainsi: *Chez Campodea il n'existe que trois paires de stigmates thoraciques, et il manque la troisième ainsi que les sept dernières de Japyx Solifugus. Chez Japyx Isabellae il y en a deux paires thoraciques et sept abdominales; il manque donc la seconde et la quatrième de Japyx Solifugus; il en est de même chez Machilis. Les Lépismides en ont probablement trois thoraciques et sept abdominales; la seconde de Japyx Solifugus leur manque.*

Le fait que *Japyx Solifugus* a quatre paires de stigmates au thorax permet de déduire que la *position originnaire des stigmates thoraciques n'est pas segmentaire*, puisque, évidemment, les segments thoraciques de *Japyx Solifugus* sont à peine au nombre de trois. Il me semble peu fondé de supposer que le stigmate surnuméraire soit dérivé par le déplacement d'un stigmate de la tête ou de l'abdomen. Au lieu de cela, en admettant que les stigmates n'ont pas originellement une véritable disposition segmentaire, nous pouvons rapprocher les Thysanoures des conditions du péripate, chez lequel nous trouvons précisément un grand nombre de stigmates placés dans les régions intersegmentaires, sans aucun ordre déterminable (Gaffron).

Il faut remarquer dès à présent que les conditions des Lépismides continuent chez les blattes et en général chez les orthoptères. Elles se reproduisent aussi dans l'embryon de l'abeille.

Il est inutile d'ajouter que ces faits obligent à modifier profondément un grand nombre de conclusions fondamentales du célèbre ouvrage de Palmen, sur le système trachéal des insectes. Il est trois points principaux sur lesquels je me trouve en désaccord avec l'auteur en question: 1° il faut considérer avec Gerstäcker qu'un grand nombre d'insectes ont encore aujourd'hui trois paires de stigmates et

non pas à peine deux, comme dit Palmen; 2° on passe directement des conditions des Thysanoures à celles des blattes et des orthoptères; 3° *Japyx* n'a pas deux, mais bien quatre paires de stigmates thoraciques (1). J'éclaircirai le second point plus loin, par l'étude des trachées.

B) *Trachées*. Chez *Campodea* les branches trachéales sont en petit nombre et il n'y a pas d'anastomose, de sorte que les branches dérivées d'un stigmate sont indépendantes de celles qui dérivent d'un autre.

Chez *Japyx* il se développe un tronc longitudinal; il est plus près de la surface ventrale que de la dorsale et il fait communiquer entre eux les stigmates. Entre les trachées d'un côté et celles de l'autre, il n'existe qu'une seule anastomose; elle est transverso-dorsale et se trouve entre le huitième et le neuvième segment abdominal.

Chez *Machilis* il n'y a ni anastomoses longitudinales, ni anastomoses transversales, c'est pourquoi l'on retrouve les conditions de *Campodea*; les branches trachéales sont cependant relativement nombreuses comme chez *Japyx*.

Chez *Nicoletta* et *Leptismina* les branches trachéales sont encore plus nombreuses; elles arrivent à un plus grand développement chez *Leptisma*. Il existe chez tous les Lépismides deux troncs longitudinaux comme chez *Japyx*, avec la différence considérable que ces troncs sont rapprochés de la face dorsale; l'anastomose dorsale de *Japyx* leur fait défaut, mais en revanche on trouve en eux une série d'anastomoses transversales ventrales, généralement une par segment, sauf dans les segments thoraciques qui en ont plusieurs. En cela les Lépismides nous offrent un perfectionnement en comparaison des autres Thysanoures. Les différences que l'on trouve entre *Japyx* et les Lépismides sont vraiment considérables.

Le système trachéal des Thysanoures trouve essentiellement des points de comparaison chez les orthoptères.

Chez les blattes, on observe des conditions qui correspondent, dans un certain sens, à celles de *Japyx* et des Lépismides; en effet, les deux troncs ventraux longitudinaux de *Japyx* sont représentés par les deux longitudinaux ventraux de la blatte, les deux longitudinaux dorsaux

---

(1) PALMEN admettait avec MEINERT que *Japyx* avait seulement dix paires de stigmates. Voir *Morphologie d. Tracheensystems*. Helsingfors, 1877.

des *Léptismides* par les deux longitudinaux dorsaux de la blatte; de plus il existe, chez la blatte (1), l'anastomose dorsale transversale de *Japyx* et les transversales ventrales des *Lépismides*. Je note cependant que, chez la blatte, on trouve d'autres troncs longitudinaux et d'autres anastomoses qui n'existent pas chez les *Thysanoures*; les autres orthoptères se relient intimement aux *Thysanoures*. Selon Dohrn, cité par Nussbaum (2), la courtilière n'a aucune espèce d'anastomose, ni longitudinale, ni transversale. Si cela est exact, *Campodea* et *Machilis* se rapprochent de la courtilière par un fait caractéristique important.

Le système trachéal de l'embryon d'abeille, après avoir passé par un état qui rappelle *Machilis* et *Campodea*, devient très semblable aux *Lépismides* pour les troncs longitudinaux et pour les anastomoses transversales; les stigmates aussi correspondent très bien.

Il est à remarquer que, tandis que chez l'abeille le système trachéal apparaît à une époque relativement précoce, chez les *Thysanoures* son développement est tardif. Chez la *Campodea* qui vient de naître et dans l'embryon de *Japyx* déjà très développé dans l'œuf, je n'ai pu en trouver aucune trace! Il est difficile d'expliquer d'où viennent ces différences d'époques.

Si nous réfléchissons que les organes destinés à être très compliqués chez l'adulte, se développent parfois plus tôt dans l'embryon, nous pourrions considérer le développement de l'abeille comme plus précoce parce que son système trachéal doit devenir excessivement compliqué. On pourrait aussi supposer que le retard des *Thysanoures* indique une marche régressive dans leur système trachéal. Cependant le système trachéal a un développement relativement tardif aussi chez le *Péripate* (Kennel). Ce retard des *Thysanoures* et des *Péripates* ajouté à la relation, admise plus haut, entre les stigmates des *Péripates* et ceux des *Thysanoures*, me fait croire qu'il n'existe aucune homologie entre le système trachéal et les organes segmentaires (néphrides); ceci n'exclut pas que ces systèmes puissent converger (V. le § sur la position systématique des *Thysanoures*).

Selon moi, il faut considérer, en même temps que la formation des trachées dans les trachéates et dans les protrachéates, celle des apertures

(1) *The structure and life-history of the Cockroach of Miall a. Deny*. London. 1886.

(2) Le mémoire de Nussbaum forme un chapitre de l'ouvrage cité dans la note 1.



dices internes du squelette (apodèmes, voir § 1); ceux-ci se développent de la même manière que ceux-là. Une introflexion de l'hypoderme est le point de départ du développement des hypodèmes et des trachées; quand l'introflexion se remplit entièrement ou presque entièrement de cuticule (chitine) sécrétée par l'hypoderme invaginé, on a un apodème; quand la cuticule se borne à revêtir la surface libre de cet hypoderme invaginé, on a un petit canal tapissé de cuticule, c'est-à-dire la trachée avec le stigmate relatif.

L'on remarque à la tête des insectes ailés (lépidoptères, p. ex.) des canaux qui se développent et peuvent être considérés comme des trachées et des stigmates embryonnaires, mais plus tard ils se remplissent plus ou moins de cuticule et deviennent apodèmes. J'ai découvert une paire de canaux semblables dans l'embryon de l'abeille et je dois rappeler à ce propos que la scolopendrelle (un Myriapode peu éloigné des Thysanoures) a une paire de stigmates céphaliques, et l'on peut soupçonner qu'il y ait des stigmates semblables chez quelques Collemboles. On trouve chez la Scolopendrelle (Grassi) et chez la larve de l'Éphéméride (Palmen) une série d'apodèmes disposés par ordre segmentaire et dérivant probablement de véritables stigmates avec leurs trachées. Dans certains cas, l'apodème n'est pas entièrement solide, mais il présente des lacunes irrégulières plus ou moins clairement canaliculaires; alors sa ressemblance avec la trachée est plus évidente (ex. chez la Scolopendrelle, mais encore plus clairement à la tête du *Bombux Mori*).

Ajoutons que le rapport entre la formation des apodèmes et celle du système trachéal doit être très intime aussi au point de vue physiologique; en effet: I) il doit exister une corrélation entre l'épaississement de la cuticule et la formation des trachées; le premier fait supprime la respiration cutanée et produit la nécessité de nouveaux organes respiratoires; II) l'épaississement de la cuticule permet à la musculature de se développer plus largement, et la musculature, à son tour, tend à produire des enfoncements de l'hypoderme et de la cuticule, où elle puisse s'attacher mieux; elle tend donc à faire naître des apodèmes. En un mot l'épaississement de la cuticule et la croissante complication de la musculature sont la cause de la formation des apodèmes et du système trachéal (1).

(1) Les enfoncements trachéaux des *Diplopodes* méritent une étude ultérieure.

§ IV. *Système nerveux et organes de sens.* — I) *Système nerveux.* Nous remarquons dans le système nerveux de *Campodea* un ganglion sus-œsophagien et une chaîne ganglionnaire formée par un ganglion céphalique (sous-œsophagien) (Pl. III, fig. 29), trois ganglions thoraciques et sept ganglions abdominaux, dont le dernier est plus gros que les précédents: chaque anneau thoracique et chacun des sept premiers abdominaux possèdent donc leur propre ganglion. Chez *Japyx* (Pl. III, fig. 28) on trouve un ganglion de plus, de sorte que le huitième anneau abdominal se trouve aussi pourvu d'un ganglion; ce dernier est plus gros que les précédents. Pour être plus exacts, il faut dire que en rapport avec plus grand développement qu'atteint chez *Japyx* l'appareil génital, la portion abdominale de la chaîne ganglionnaire qui a généralement dix ganglions (par ex. dans l'embryon de l'abeille) soit un ganglion pour chacun des segments dont se compose l'abdomen ne se réduit pas à sept ganglions, mais bien à huit: au lieu de présenter (comme chez *Campodea*) en correspondance du septième segment un ganglion qui sert aussi pour les anneaux suivants (huitième, neuvième et dixième), il en présente deux, un en correspondance du septième et l'autre du huitième; ce dernier sert aussi pour les anneaux suivants (neuvième et dixième). En d'autres termes, d'après la structure et la grosseur du septième et dernier ganglion abdominal de *Campodea* et du huitième et dernier de *Japyx*, on peut conclure que celui-là est formé de la fusion et de la réduction partielle de quatre derniers ganglions embryonnaires (*Campodea*) et celui-ci de la fusion et réduction partielle des trois derniers (*Japyx*). Il est inutile d'ajouter que ces fusions sont en rapport avec le manque d'indépendance réciproque des derniers anneaux de l'abdomen et avec leur tendance actuelle à se réduire en continuant ainsi sur une voie que l'extrémité de l'abdomen suit déjà depuis longtemps, comme le prouve le cerque impair des Thysanoures, la queue des Théliphors et de Koenenia (voir plus loin), et le postabdomen des scorpionides.

*Machilis* se présente comme *Japyx*, avec la seule différence que le huitième ganglion abdominal ne se limite pas au huitième anneau: mais qu'il s'étend aussi à la partie antérieure du neuvième; ceci est en rapport avec le plus grand développement des organes génitaux externes au dépens surtout du neuvième anneau, c'est-à-dire avec la grave servitude de cet anneau par rapport au huitième et avec la séparation incomplète qui s'ensuit entre l'un et l'autre.

Les conditions de *Nicoletia* et de *Leptismna* sont comme celles de *Machilis*; il en est aussi de même pour *Lepisma*.

Chez tous les Thysanoures nous trouvons presque partout deux des commissures (connectifs) longitudinales entre les ganglions abdominaux; elles sont plus ou moins adossées l'une à l'autre. Chez *Japyx* elles sont relativement longues. Chez quelques espèces du genre *Lepisma* (Pl. III, fig. 30), le septième ganglion abdominal est continu avec le huitième, sans aucune commissure distincte, c'est-à-dire que la partie cellulaire de l'un continue dans la partie cellulaire de l'autre, sans interruption, et l'endroit où les deux ganglions se touchent n'est indiqué que par un étranglement. Il faut noter que ce fait se trouve répété pour plusieurs autres ganglions de la chaîne ventrale des Lépismes nouvellement nés. Dans ces conditions la chaîne ganglionnaire ressemble à celle de *Scolopendrella*. Ceci confirme que la condition de la Scolopendrelle est plus primitive que celle du *Lepisma*. Il faut ajouter, à ce propos, que dans l'embryon de l'abeille, p. ex., le développement des commissures est plus tardif que celui des ganglions.

Quant au ganglion sus-œsophagien au cerveau (Pl. III, fig. 25, 26, 27), mes recherches sont incomplètes, car je n'ai pas réussi à poursuivre en lui le cours des faisceaux nerveux, ni chez *Campodea*, ni chez *Japyx*. Chez tous les Thysanoures il y a une trace évidente de sa condition primitive paire.

En général on peut admettre que chaque moitié du cerveau a trois lobes: l'un *antérieur* d'où part le nerf des antennes, un autre *latéral*, plus ou moins antéro-latéral ou postéro-latéral, qui sert pour les yeux (lobe optique), et se trouve à l'état plus ou moins rudimentaire dans les formes sans yeux (*Campodea*, *Japyx*, *Nicoletia* et *Leptismna*); il est bien développé, au contraire, dans les formes pourvues d'yeux (*Machilis* et *Lepisma*); enfin un lobe *postérieur* d'où partent probablement les nerfs viscéraux paires. La structure intime du cerveau de *Lepisma* se rattache à celle du même organe chez les Blattes.

Chez *Machilis* et chez les Lépismides j'ai pu constater une commissure sous-œsophagienne spéciale, qui réunit la moitié droite avec la gauche du ganglion sus-œsophagien; chez *Machilis* cette commissure m'a semblé double; elle est faite de chacune des moitiés du ganglion sus-œsophagien, à peu près au même point que la commissure qui réunit chaque moitié du même ganglion au ganglion sous-œsophagien (cette dernière commissure est très courte chez les Lépismides).

Je note qu'une semblable commissure existe chez différents crustacés, myriapodes et insectes, y compris, parmi ces derniers, les orthoptères (Blattes, etc.).

Il existe, dans toutes les formes, un système nerveux stomatogastrique (viscéral); il consiste en un ganglion frontal formé par deux nerfs dérivés de la partie antérieure du cerveau, comme chez tous les insectes. Du ganglion frontal se développe aussi un nerf récurrent. Il existe aussi de petits ganglions pairs (ganglions œsophagiens ou viscéraux pairs); je les ai trouvés dans toutes les formes, excepté chez *Campodea*; les nerfs qui les forment (viscéraux pairs) partent probablement, comme je le disais plus haut, des lobes postérieurs du cerveau. Un système sympathique indépendant (c'est-à-dire avec les ganglions y relatifs) n'existe chez aucun Thysanoure.

Dans la chaîne ganglionnaire de *Japyx* (Pl. III, fig. 30) il existe en tout six nerfs par ganglion, trois à droite et trois à gauche: le premier est antérieur, le second moyen et le troisième postérieur: celui-ci est apparemment dérivé des commissures longitudinales. De ce nerf part une branche qui le relie au nerf antérieur du ganglion suivant. Il me paraît probable que cette branche de communication et d'autres qui établissent des communications entre les trois nerfs en question doivent être considérés comme un commencement du nerf sympathique. Des branches semblables avec les caractères du nerf sympathique existent aussi chez les *Leptismides*. Chez *Machilis* on trouve aussi des nerfs médians impairs qui indiquent évidemment le nerf sympathique et en diffèrent uniquement par le manque de ramifications ganglionnaires.

Quoi qu'il en soit, je répète qu'un système sympathique indépendant n'existe pas, non-seulement chez les Thysanoures, mais aussi chez plusieurs autres insectes, parmi lesquels il faut mentionner quelques orthoptères.

Les yeux n'existent que chez *Leptisma* et chez *Machilis*. Ils sont composés et au nombre de deux. Leur caractère se trouve dans l'absence de la lame rétinique (ganglion périoptique, ganglion optique externe de Berger). Une condition semblable se retrouve chez *Periplaneta*, chez *Nepa* et chez *Forficula*; il faut noter aussi que, chez les insectes qui ont cette lame rétinique, elle se forme relativement tard. Les yeux composés sont eucones: les cônes sont très mous chez *Machilis* ainsi que chez des insectes d'autres classes, y compris les

orthoptères. Les rhabdômes sont bien séparés des cellules qui les ont secrétés. Ces cellules (rétiniques) sont pigmentées.

Je dois ajouter que, dans certaines sections de *Thermophila Furnorum*, le rhabdôme devient très mince dans sa partie postérieure et forme ainsi une espèce de queue qui finit probablement dans une fibrille du nerf optique. Ce nerf est relativement long chez *Thermophila* et *Leptisma*; il est à peine indiqué chez *Machilis* dont l'œil se trouve ainsi adossé aux lobes optiques.

En somme l'œil composé des Thysanoures est formé sur le type de celui des autres insectes et particulièrement des orthoptères. L'opinion de Brauer qui le croit hétérophylétique ne me semble pas justifiée.

Je n'ai point pu constater d'organes chordotonaux chez les Thysanoures.

Dans mon prochain Mémoire histologique je parlerai d'autres spéciales terminaisons nerveuses des antennes, des palpes maxillaires, du lobe maxillaire externe et du palpe labial.

Pour conclure, le système nerveux et l'œil des Thysanoures ont le même type que chez les autres insectes, mais ils se distinguent par une simplicité relative.

Il est important d'ajouter que le système nerveux de *Campodea* est encore en rapport étroit avec l'hypoderme; sur certains points (là où les ganglions atteignent le maximum de leur grosseur) il est entièrement réuni à l'hypoderme sans que l'on puisse trouver aucune trace du gangliolemme diviseur; celui-ci est donc incomplet.

Chez *Japyx* et chez les autres Thysanoures ce gangliolemme consiste en une simple couche de cellules plates, peut-être partout sans fibres musculaires; on le trouve aussi de même chez *Campodea*, là où il existe.

Chez *Japyx* il existe une lacune relativement grande entre le gangliolemme et chaque ganglion.

§ V. *Intestin*. — L'intestin des Thysanoures se complique en allant de *Campodea* à *Leptisma*.

Chez *Campodea* et chez *Japyx* il est égal à celui de l'embryon chez les insectes supérieurs, par ex. l'abeille. On y distingue les trois parties caractéristiques: l'intestin antérieur (ectodermique), moyen (entodermique) et postérieur (ectodermique).

#### A) *Intestin antérieur*.

Il est généralement très étroit chez *Japyx* et *Campodea* (Pl. III, fig. 31 et 32); il a un calibre uniforme, excepté en arrière où il est

moins étroit; ceci n'est cependant pas toujours évident. A l'endroit où il débouche dans l'intestin moyen il forme un bourrelet saillant dans la lumière de ce dernier. J'ai remarqué que la couche épithéliale de l'intestin antérieur et la cuticule relative à cette couche sont disposées de façon à former des plis longitudinaux excessivement délicats.

Chez *Machilis* (Pl. III, fig. 33) il se comporte d'une façon toute pareille, sauf que la légère dilatation postérieure est plus évidente: les plis longitudinaux se répètent aussi et sont au nombre de six, du moins sur un certain espace.

Chez *Nicoletta* (Pl. III, fig. 34) l'intestin antérieur est plus long que chez *Japyx*, chez *Campodea* et chez *Machilis*; il s'étend jusqu'au commencement du second segment abdominal, ce qui est en rapport avec la différenciation ultérieure qu'il a subie. Les plis internes et la dilatation peu accentuée de la partie postérieure chez les précédentes formes, ont pris, chez *Nicoletta*, un développement bien défini. Précisons: presque la moitié postérieure de l'intestin antérieur se présente bien dilatée; en avant la dilatation se développe graduellement: à l'extrémité postérieure, au contraire, elle cesse presque subitement; le débouché dans l'intestin moyen est très étroit; dans le court parcours qu'il y a entre le point où la dilatation commence à se resserrer jusqu'au débouché dans l'intestin moyen, la cuticule (avec son épithélium) se présente disposée en six larges papilles qui sont garnies d'épines (simples appendices de la cuticule) à leur partie antérieure (Pl. III, fig. 36). Ces papilles sont évidemment une dérivation des plis longitudinaux de *Campodea*, de *Japyx* et de *Machilis*.

Chez *Leptismna* l'intestin antérieur est semblable à celui de *Nicoletta*. Par derrière, il s'élargit, puis il présente un étranglement au débouché dans l'intestin moyen. En correspondance du débouché, on note les traces de six papilles, mais beaucoup moins nettes que chez *Nicoletta*.

Évidemment chez *Nicoletta* et *Leptismna* ces modifications de la partie postérieure préludent à la formation d'un jabot et d'un gésier (proventricule). Tandis que les six papilles indiquées plus haut conduisent à la formation du gésier, la dilatation conduit à la formation du jabot.

Tout ceci est bien évident chez *Leptisma* (Pl. III, fig. 35). Ici il existe, en correspondance de la tête, un étroit œsophage auquel fait suite un jabot revêtu de cuticule épineuse (les épines sont très grêles) et très élargie dans sa partie postérieure. Sans se rétrécir beaucoup

il se continue avec un gésier pourvu de six papilles avec six dents chitineuses. Le jabot commence à l'avant du thorax, s'étend dans toute sa longueur et finit au commencement de l'abdomen; le gésier occupe la partie antérieure de celui-ci. En comparaison de *Campodea*, *Japyx* et *Machilis*, cet intestin antérieur de *Leptisma* est très long; il est un peu plus long que celui de *Nicoletia* et que celui de *Leptismna*.

Les conditions que nous avons décrites chez *Leptisma* sont parfaitement semblables à ce que l'on trouve chez la blatte et chez d'autres orthoptères.

Je dois noter que l'embrion de l'abeille encore dans l'œuf passe par une phase où son intestin antérieur ressemble aussi, pour les plis, à celui de *Japyx*, de *Campodea* et de *Machilis*; chez l'adulte il prend des caractères semblables à ceux que l'on rencontre chez *Leptisma*, c'est-à-dire qu'il présente nettement une différenciation dans des parties homologues au jabot et au gésier (1).

B) *Intestin moyen* (voir les figures précédentes). — Chez *Campodea* et chez *Japyx* c'est un simple tube qui en allant tout droit arrive jusqu'au huitième anneau abdominal environ; il est plutôt large, surtout en avant.

Chez *Machilis* il se présente d'une manière très semblable, mais son extrémité antérieure offre deux diverticules, l'un à droite et l'autre à gauche; on peut les comparer aux diverticules qui existent dans plusieurs classes de vers (ex. chez certaines chétognathes); ils en diffèrent seulement par le fait que chacun possède trois courts diverticules secondaires (Rovelli).

Chez *Nicoletia* les poches ventriculaires font défaut; c'est pourquoi elle conserve les mêmes conditions que *Japyx* et *Campodea*.

*Leptismna* est en tout semblable à *Nicoletia*. Certains Lépismes (*Termophila furnorum*, *Leptisma subvittata*, *Leptisma ciliata*) ont de nombreuses poches ventriculaires, d'autres (*Leptisma aurea*) en ont à peine deux, l'une à droite et l'autre à gauche, d'autres enfin (*Leptisma saccharina*) n'en ont pas du tout (Rovelli). Il est cependant remarquable que la partie antérieure est très dilatée (en forme de calice) chez *Leptisma*, ce qui est à peine indiqué chez les autres Thysanoures. Cet intestin moyen qui était à peu près droit chez les pré-

---

(1) Voir particulièrement SCHÖNFELD, in *Bienenzeitung*, 1886.

cédents Thysanoures se trouve avoir, chez *Leptisma*, une courbe à sa partie postérieure; cette courbe doit probablement se rapporter à la grande extension qu'a prise l'intestin antérieur; j'en reparlerai à propos de l'intestin postérieur.

L'apparition des poches ventriculaires chez les Thysanoures supérieurs est très remarquable; elle donne aux Thysanoures le caractère d'orthoptères (1).

Je considère comme primitif l'intestin moyen de *Japyx*, de *Campodea*, de *Machilis*, de *Nicoletta* et de *Leptismna*. Puis fait suite une forme avec deux poches ventriculaires, une à droite et l'autre à gauche. Les autres formes doivent venir, selon moi, de cette dernière.

La couche épithéliale (Pl. III, fig. 37 a) est faite de cellules cylindriques uniformes chez *Japyx* et *Campodea*. Chez *Machilis* (Pl. III, fig. 37 b) et chez *Nicoletta* il existe une couche épithéliale cylindrique (épithélium intestinal p. d.) entre les cellules duquel s'intercalent des follicules ou cryptes plus ou moins nombreux: ces cryptes sont formés par plusieurs cellules plutôt basses; ils constituent une espèce de petit sac piriforme qui s'ouvre dans la cavité intestinale. Il existe quelque chose de très semblable à ceci chez les *Leptisma*; mais chez certaines espèces il est parfois évident (Pl. III, fig. 37 c) que dans les points qui entourent les cryptes, l'épithélium intestinal p. d. se courbe vers eux, de sorte que, sur les sections perpendiculaires, les noyaux de ses cellules cylindriques sont situés de façon à décrire des arcs de cercle dont la partie convexe se trouve du côté de la lumière de l'intestin; à chacune des deux extrémités d'un arc correspond un crypte. Nous avons donc, dans le premier cas (*Machilis*, *Nicoletta* et certains *Leptisma*), de simples follicules interposés entre les cellules cylindriques; dans le second cas (certains *Leptisma*) les follicules semblent vouloir entraîner les cellules épithéliales dans leur embouchure. Cette condition est mieux développée chez *Leptismna* (Pl. III, fig. 37 d). Ici, nous trouvons que le feuillet épithélial de l'intestin est relativement haut et se compose de tubules cylindriques dont la base (partie proximale) est fermée et composée des cellules du crypte; le reste du tubule (partie distale) est tapissé de cellules épithéliales qui correspondent à l'épithélium intestinal p. d. des Thysanoures indiqués

---

(1) Voir particulièrement ROVELLI, *Ricerche sul tubo digerente degli atteri, ortotteri, etc.* Côme, 1884.



plus haut. Nous devons ajouter que l'on remarque une condition très semblable à celle de *Leptismna* à l'extrémité postérieure de l'intestin moyen chez *Machilis*.

C) *Intestin postérieur* (voyez les figures précédentes). — Chez *Campodea* il est plutôt étroit et court directement de l'extrémité postérieure de l'intestin moyen à l'extrémité postérieure du corps de l'animal. L'épithélium et la cuticule sont disposés de façon à former de nombreux plis ou papilles, presque longitudinaux; dans la partie postérieure ces plis se réduisent d'abord au nombre de trois, puis ils disparaissent. Cette partie postérieure se dilate par l'effet de muscles rayonnants qui s'attachent aux régions dorso-latérales et ventro-latérales des téguments; sa couche épithéliale présente un grand nombre de très grosses cellules de nature glandulaire. Chez *Japyx* les conditions sont un peu différentes: les cellules glandulaires ne sont pas encore évidentes, les plis sont limités à la partie antérieure et enfin la partie postérieure est peu dilatable; cette dernière différence est particulièrement en rapport avec le grand développement de la musculature du forceps; celle-ci remplit presque les anneaux postérieurs.

Chez *Machilis* l'intestin postérieur ressemble à celui de *Campodea*; sa partie postérieure est notablement susceptible de dilatation et l'on remarque aussi une dilatation antérieure.

Chez *Nicoletta* et *Leptismna* il est peu différent de celui de *Campodea*; seulement il y a absence des grosses cellules de la partie postérieure.

Chez *Leptisma* la partie antérieure de l'intestin postérieur est dilatée, la partie moyenne est resserrée, et la postérieure présente de nombreux diverticules tapissés intérieurement d'un épithélium et de cellules presque cubiques avec un gros noyau rond et un protoplasme qui prend facilement les substances colorantes (cellules probablement glandulaires). Dans la partie antérieure et la partie moyenne on note les plis habituels. J'ai dit plus haut que dans sa partie postérieure, c'est-à-dire dans sa partie resserrée, l'intestin moyen forme une courbe; la partie antérieure de l'intestin postérieur fait de même: on peut donc dire que les deux intestins se rencontrent en faisant une courbe. En d'autres termes l'intestin est plus long que le corps de l'animal, c'est pourquoi l'intestin moyen et l'intestin postérieur présentent une courbe qui a, pour ainsi dire, son centre à l'endroit où l'un s'unit à l'autre. Ces courbes existent dans un grand nombre d'ordres d'insectes et me semblent suivre des directions très variables.

En somme, lorsqu'on compare l'intestin postérieur des différents Thysanoures, il en résulte que, déjà chez *Campodea*, comme chez l'embryon de l'abeille encore dans l'œuf, on voit distinctement un rectum et que cet organe se retrouve chez *Machilis* et se complique chez *Leptisma*. Au contraire il n'est indiqué que par une dilatation plus ou moins marquée chez *Japyx*, chez *Nicoletta* et chez *Leptismna*. Les plis qui se trouvent dans le rectum de plusieurs Thysanoures sont de véritables *plcae rectales*. Évidemment ces plis du rectum ne peuvent être considérés *morphologiquement* comme séparés de ceux que présente le reste de l'intestin postérieur. De même que j'ai considéré les papilles ou plis du gésier comme des différenciations des plis délicats longitudinaux qui s'étendent à tout l'œsophage, ainsi les plis du rectum des insectes doivent être interprétés, selon moi, comme des différenciations des petits plis originairement étendus, en général, à tout l'intestin postérieur; les faits, cités plus haut, offerts par les Thysanoures appuient mon opinion.

L'hypothèse que les plis du rectum soient les vraies branchies des insectes devenues rudimentales, hypothèse mise en avant, je crois, par Gegenbaur et acceptée par plusieurs autres auteurs, reçoit une forte secousse par le fait qu'ils existent aussi chez les Thysanoures, ce qui résultera encore plus clairement du paragraphe suivant.

Les appendices du tube digestif sont, comme chez les autres insectes, les tubes de Malpighi et les glandes salivaires. Les tubes de Malpighi débouchent tous à un même niveau en correspondance de l'extrémité antérieure de l'intestin postérieur.

Chez *Japyx* les tubes de Malpighi n'existent pas. Chez *Campodea*, au contraire, ils sont nombreux, seize environs, mais très courts. Chez les autres Thysanoures ils sont longs; chez *Machilis*, au nombre de douze, mais ils se réunissent au débouché de l'intestin postérieur et on peut les considérer comme étant au nombre de six, bifurqués près de leur débouché dans l'intestin; il y en a aussi six chez *Nicoletta* et chez *Leptismna*, chacun avec un débouché particulier; leur nombre est de quatre à huit chez les différents Lépisismes (Rovelli, Schindler).

Je crois que l'ensemble de ces conditions des tubes de Malpighi s'accorde avec l'hypothèse que les tubes de Malpighi sont des formations homodynamiques des stigmates et des trachées correspondantes (hypothèse que j'ai soutenue en la basant sur une observation faite sur l'abeille), c'est-à-dire que les tubes malpighiens se forment

comme les stigmates et se mettent en rapport secondaire avec l'intestin postérieur.

J'ai déjà fait observer que, chez l'abeille, il ne se développe que deux paires de tubes de Malpighi et que les stigmates n'existent pas dans les deux derniers segments abdominaux; chez les vers à soie on voit trois paires de tubes développés et les trois derniers segments manquent de stigmates.

Pour les Thysanoures, il faut observer que chez *Campodea* nous pouvons admettre l'existence de seize tubes de Malpighi, tandis que les stigmates font entièrement défaut à son abdomen; les *Japyx* qui sont les insectes possédant le plus grand nombre de stigmates n'ont pas de tubes de Malpighi; *Nicoletia* et *Leptismna* qui ont sept paires de stigmates abdominaux ont trois paires de tubes; *Machilis* est de même.

Je dois ajouter que mon hypothèse se trouve appuyée par le fait que les tubes de Malpighi de *Grillotalpa* débouchent vers la moitié de l'intestin postérieur (Frenzel) (1).

Chez *Campodea* les glandes salivaires sont dans le coeloma de la partie postérieure de la tête (région latéro-ventrale et latérale); elles sont en nombre pair, c'est-à-dire, une à droite et une à gauche, et elles ont l'aspect de tubes enroulés en pelotes. Leur débouché est unique, c'est-à-dire que le tube d'un côté s'approche de celui de l'autre; ils se réunissent sur la ligne médiane ventrale; ainsi se forme un canal unique un peu en avant de l'extrémité postérieure de la lèvre inférieure. Ce canal suit pendant un court espace la ligne médiane à la surface externe du ganglion sous-œsophagien, puis il débouche entre les deux moitiés de la lèvre inférieure, non loin de son extrémité antérieure. Chez *Japyx* il y a aussi deux glandes salivaires semblables à celles de *Campodea*; leur débouché semble pair. Les glandes salivaires de *Machilis*, *Leptismna* et *Nicoletia* sont à peu près semblables à celles de *Campodea*. Chez *Leptisma* on note que les glandes salivaires sont plus compliquées que chez les autres Thysanoures et cela est en rapport avec une plus grande différenciation de tout le tube digestif. La complication vient surtout de ce que le canal impair, à l'endroit où il se forme par la rencontre du tube droit avec le gauche, présente deux diverticules qui semblent indiquer une seconde paire de glandes

---

(1) *Archiv f. mikr. Anat.*, 1886.

salivaires. Avec cette disposition nous avons indiqué les conditions de la blatte chez laquelle ces diverticules se sont transformés en réceptacles des glandes salivaires.

Chez l'embryon, ou du moins chez la jeune larve de l'abeille et d'autres insectes, il existe une paire de glandes salivaires parfaitement semblables à celles de *Campodea*, *Machilis*, etc. Il faut remarquer que ces glandes de l'abeille, lorsqu'elles paraissent, ont chacune une ouverture séparée derrière la troisième paire de membres buccaux (lèvre inférieure). Plus tard elles se réunissent et se comportent alors comme celles de *Campodea*, *Machilis*, etc., aussi dans leur rapport avec le ganglion sous-œsophagien. A propos du ganglion sous-œsophagien, le fait qu'il se trouve être plus profond que le conduit impair des glandes (comme je l'ai dit plus haut) implique que ce conduit doit se développer secondairement, comme chez l'abeille; il devrait donc y avoir, comme chez celle-ci, chez *Machilis*, *Campodea*, etc., une phase embryonnaire pendant laquelle chacune des deux glandes salivaires aurait un débouché particulier à l'extérieur.

Tout ceci confirme l'homodynamie, que je soutenais dans mon ouvrage sur l'abeille, entre les glandes de la soie et les stigmates. Elle est appuyée par la présence des stigmates céphaliques chez la scolopendrelle.

La condition définitive des glandes salivaires des Thysanoures est beaucoup plus primitive que celle de l'abeille! Phylogénétiquement on doit admettre que les glandes salivaires des Thysanoures ont partiellement changé de fonction chez les autres insectes en rapport avec les diverses métamorphoses et avec le besoin d'une sécrétion de soie.

En d'autres termes, elles ont donné origine aux glandes de la soie et aux glandes salivaires des insectes supérieurs.

En revenant pour un instant au tube digestif en général, je dois dire que la plus grande complication se remarque chez *Leptisma* qui se rapproche des orthoptères véritables par son gésier très développé par les courbes de l'intestin moyen et postérieur, par les diverticules du rectum et enfin par l'appareil salivaire.

§ VI. *Système circulatoire et corps grasseux*. — Le vaisseau dorsal est formé exactement comme chez les autres insectes, ainsi que l'aorte. Chez *Campodea*, chez *Japyx* (Pl. IV, fig. 38) et chez *Machilis*, peut-être même chez tous les Thysanoures, le vaisseau dorsal s'étend jusqu'au bord postérieur du second anneau thoracique et, par conséquent, l'aorte se trouve être relativement courte. Un fait sem-

blable se trouve aussi chez la blatte, tandis que chez les autres insectes le vaisseau dorsal paraît toujours limité à l'abdomen. Par cette disposition, les Thysanoures et les blattes se rapprochent des Myriapodes. Les orifices veineux sont au moins au nombre de neuf paires; ils correspondent, en général, aux intersegments; la première paire est entre le second et le troisième anneau thoracique; les autres se trouvent dans les huit intersegments suivants.

Je n'ai pas trouvé de muscles alaires bien distincts chez aucun Thysanoure.

Ce fait est très intéressant parce que ces muscles ont été trouvés, paraît-il, dans tous les ordres d'insectes, y compris les collemboles. Le diaphragme dorsal ou péricardique (Graber) existe chez la plupart des Thysanoures, mais il est très imparfait.

Chez plusieurs Thysanoures, et chez *Machilis* en particulier, on trouve çà et là des traces évidentes d'une cloison qui réunit le vaisseau dorsal à l'intestin. Ceci démontre le rapport intime de ces deux organes, rapport qui semble avoir disparu dans tous les autres ordres d'insectes. Il faut noter que le vaisseau dorsal de l'abeille se développe du mésoderme dans la partie où le feuillet superficiel de celui-ci passe dans le profond (appelé aussi viscéral ou intestinal); ce qui confirme d'une autre manière le rapport intime existant entre le vaisseau dorsal et l'intestin. Ces faits anatomiques et embryologiques servent à établir l'homologie du vaisseau dorsal des insectes avec celui des annélides.

Chez tous les Thysanoures, mais chez *Leptisma* d'une manière plus évidente, on distingue une lacune sanguine spéciale entre la chaîne ganglionnaire et l'intestin. Ce fait rappelle les conditions des chilognathes et, d'une manière plus lointaine, le vaisseau supraspinal de la scolopendrelle et des chilopodes.

Le sang est incolore, plus ou moins riche en corpuscules sanguins.

Outre le système circulatoire je dois dire quelques mots d'une autre formation mésodermique, c'est-à-dire le corps adipeux (1), qui occupe une grande partie du coeloma en laissant des lacunes compliquées où circule le sang. On peut dire que ce corps adipeux a une disposition dans un certain sens segmentaire. Avec le corps adipeux il faut décrire certains corps spéciaux qui se trouvent dans la tête et autour

(1) Je me suis assuré de l'évidence de son origine mésodermique chez l'abeille.

de l'œsophage chez *Campodea* et chez *Japyx*, peut-être même chez les autres Thysanoures, et dont la signification physiologique est tout à fait inconnue; histologiquement leurs cellules sont plus ou moins nettement cubiques et adossées les unes aux autres; leur protoplasme est évidemment réticulaire; les mailles du réticule contiennent une substance liquide dont l'aspect ne paraît pas adipeux.

§ VII. *Organes génitaux.* — A) *Ovaires et trompes.*

Chez *Campodea* les ovaires (Pl. IV, fig. 43) sont une simple paire, c'est-à-dire l'un à droite et l'autre à gauche. Ils ont la forme d'un tubule aminci à son extrémité antérieure; dans la partie non amincie, quand l'individu approche de la maturité, on remarque quelques œufs presque mûrs disposés en une ligne longitudinale et occupant presque toute la grosseur du tubule.

Chez *Japyx* (Pl. IV, fig. 44), au lieu d'un long tubule ovarique disposé longitudinalement, on remarque un certain nombre de tubules semblables mais courts (ovarioles) et ayant une direction oblique, avec leur extrémité mince rapprochée du vaisseau dorsal. Cette disposition qui est nettement métamérique, préserve l'ovaire du danger d'être détérioré de quelque manière que ce soit. Le danger existe particulièrement quand les œufs sont près d'arriver à maturité et provient de ce que, chez *Japyx*, la différenciation segmentaire de la musculature et de la cuticule est avancée au point que les métamères ont acquis une grande indépendance de mouvement. Cette indépendance est beaucoup moindre chez *Campodea* et c'est pour cela que cet insecte n'offre pas la disposition indiquée plus haut.

L'organisation segmentaire des ovaires chez *Japyx* se répète chez *Machilis*. Cette répétition dans des formes très éloignées l'une de l'autre, comme le sont précisément *Japyx* et *Machilis*, tend à donner au fait une sérieuse valeur morphologique. Les tubules ovariques de *Machilis* sont au nombre de sept de chaque côté.

Chez le jeune *Lepisma* (Pl. IV, fig. 45) on peut encore noter une disposition métamérique des tubules ovariques. Chez l'adulte, ce caractère n'est plus évident. Les tubules ne sont qu'au nombre de cinq par côté.

*Lepisma* et *Nicoletia* se comportent de la même manière.

Les trompes (que l'on appelle aussi conduits excréteurs primitifs ou oviductes) qui sont très courtes chez *Campodea*, deviennent très longues chez *Japyx* et *Machilis* par suite de la segmentation des tubules ovariques; secondairement elles se raccourcissent chez les *L-*

pismides; chez celles-ci elles paraissent relativement courtes, surtout lorsqu'on examine les adultes.

Si l'on admet ce qui résulte des études de plusieurs auteurs et particulièrement de Schneider et Nussbaum, soit: que trompes et ovaires dérivent de la même ébauche, nous devons nous expliquer l'allongement des trompes en le mettant aux dépens de l'ovaire. Je n'ai cependant pas encore eu l'occasion de m'assurer de la réalité du processus embryologique ci-dessus. Chez *Campodea* je remarque qu'à une certaine période de développement la trompe est tout à fait séparée de l'ovaire. Ce fait est, selon moi, de grande importance, parce qu'il peut nous conduire à admettre que les conduits génitaux sont des organes excréteurs transformés. Ainsi la *Campodea*, seule parmi les insectes, autant qu'on sache jusqu'à présent, reproduit une phase dans laquelle ses organes génitaux rappellent beaucoup les phyllopoques (Claus), le péripate (Kennel) et les annélides.

Mais revenons au raccourcissement des trompes. Supposons-le à peine un peu plus considérable que chez les Lépismides et nous aurons les conditions d'un grand nombre d'insectes, p. ex. la blatte. Un raccourcissement ultérieur nous conduit à la disposition propre, p. ex., de l'abeille. Ajoutons que les tubules ovariques peuvent augmenter beaucoup de nombre, probablement par des dédoublements successifs de ceux qui existaient primitivement.

Phylogénétiquement la *Campodea* représente la condition la plus primitive. Le *Japyx* et le *Machilis* montrent une condition successive; les Lépismides une condition successive à celle de *Japyx* et de *Machilis*; ensuite vient celle de la blatte, puis celle, p. ex., de l'abeille.

Les ovaires de *Campodea* sont comme dans les formes les plus simples des autres classes d'arthropodes. Cette ressemblance acquiert une plus grande valeur si l'on tient aussi compte de la position des organes en question. Chez la jeune *Campodea* les ovaires sont nettement situés dans la région latéro-dorsale, ils grandissent à mesure que la *Campodea* mûrit et ils gagnent la partie dorsale du corps: ils se rapprochent ainsi l'un de l'autre jusqu'à se toucher sur la ligne médiane en s'insinuant entre l'intestin et le vaisseau dorsal. J'ai aussi remarqué chez l'abeille le déplacement de ces organes pendant le développement; ils partent des côtés du corps de l'embryon et se rapprochent du vaisseau dorsal. Ainsi la position primitive des ovaires est aux régions latérales du corps. Elle est donc très semblable à celle que l'on trouve chez les phyllopoques et elle ne diffère pas beaucoup

de celle que présentent le péripate, les chilognathes, la scolopendrelle, la Koenenia, etc. Ajoutons encore qu'à l'exception de Koenenia toutes les formes citées plus haut ont les ovaires pairs comme la *Campodea*. Je crois que l'ovaire impair est secondaire et que le pair représente la forme primitive.

Je finirai en disant quelques mots des cellules nutritives. L'ovaire de *Campodea* possède ces cellules comme celui de plusieurs classes d'insectes supérieurs; elles font défaut, au contraire, chez les autres Thysanoures, qui, en cela, ressemblent aux collemboles, aux orthoptères, etc. Je crois que les cellules nutritives des insectes forment un bel exemple de convergence dans le sens que j'ai adopté dans l'Introduction.

B) *Testicules et conduits déférents*. Nous avons chez *Campodea* (Pl. IV, fig. 39) des conditions identiques à celles de l'ovaire, c'est-à-dire, de longs testicules tubulaires et un court conduit déférent.

Les conditions de *Japyx* (Pl. IV, fig. 40) sont très semblables à celles de *Campodea*. Tant le testicule que le canal déférent présentent de plus un long diverticule (vésicule spermatique). Le testicule occupe aussi une partie du thorax.

Chez *Machilis* (Pl. IV, fig. 42) la disposition est très extraordinaire. Il existe de chaque côté trois courts testicules disposés presque transversalement et situés dans la partie antérieure de l'abdomen. Les conduits déférents sont au nombre de deux de chaque côté, l'un intérieur ou médian qui porte les testicules, l'autre extérieur ou latéral. L'intérieur s'anastomose antérieurement avec l'extérieur, les trois testicules s'y attachent avant l'anastomose à peu de distance l'un de l'autre. En allant en arrière, ces deux conduits déférents se réunissent bientôt et ne tardent pas à se séparer de nouveau. Dans leur cours ultérieur ils présentent des petits canaux transversaux très courts qui les réunissent. Ces petits canaux sont au nombre de quatre, situés à peu près dans les intersegments abdominaux, soit au niveau de l'intersegment entre le quatrième et le cinquième segment et des suivants jusqu'à celui qui est entre le septième et le huitième.

Au niveau de l'intersegment, entre le huitième et le neuvième, les deux conduits se réunissent en formant un seul canal impair qui décrit presque un huit et se porte sur la ligne médiane où celui d'un côté se fond avec celui de l'autre en formant un canal éjaculateur.

Chez *Nicoletta* il existe de nombreux testicules sans aucune indication claire de disposition métamérique. Chez *Leptismina* j'ai trouv-



deux testicules à droite et deux à gauche. Chez certains *Leptismes* (Pl. IV, fig. 41) il existe six testicules de chaque côté. Les canaux déférents sont simples chez *Leptismna* et chez *Leptisma*, cependant ils sont très longs et décrivent un grand nombre d'anses parmi lesquelles la plus remarquable correspond à leur partie postérieure. Celle-ci a en réalité l'apparence d'un N. Les canaux déférents se présentent généralement dilatés, mais la dilatation est beaucoup plus apparente en correspondance de l'N, qui fonctionne comme une vésicule spermatique. Chez *Nicoletia* il existe, autant que j'ai pu voir, une longue vésicule spermatique semblable à celle de *Japyx* (1).

En général on peut admettre que le testicule, après avoir dépassé la condition simple de *Campodea* et de *Japyx*, se subdivise, mais sans acquérir l'ordre métamérique. Cet ordre qui est offert par l'ovaire et que j'ai précédemment subordonné à l'indépendance des segments abdominaux, n'est pas nécessaire, parce que les testicules augmentent de volume en mûrissant, mais restent toujours loin de l'énorme développement qu'atteignent les ovaires par la maturation des œufs.

Quant aux conduits déférents, la disposition offerte par *Machilis* est remarquable. Le seul cas comparable que je connaisse est celui de la blatte dont les conduits déférents ont deux anastomoses semblables, savoir: les canaux déférents se divisent une ou deux fois en deux branches qui se réunissent immédiatement. En admettant l'origine unique du testicule et du conduit déférent on pourrait peut-être reconnaître un certain rapport entre les organes génitaux masculins de *Machilis* et ceux du scorpion. Il est difficile d'établir si les vésicules spermatiques doivent se mettre en rapport avec le canal déférent double, ou bien si elles doivent être considérées comme de simples extroflexions du canal déférent simple; le *Japyx* ferait croire à la seconde de ces deux possibilités.

Les idées que j'ai développées plus haut sur la différenciation phylogénétique des ovaires et des trompes peuvent se répéter pour les testicules et les canaux déférents; il faut seulement omettre la disposition métamérique et prendre en considération les complications of-

(1) Les rapports des testicules avec les canaux déférents et le nombre des testicules chez les Lépidismides ont besoin d'être mieux étudiés. La méthode des sections microscopiques m'a paru insuffisante. Avec les dissections j'ai déterminé quelques points et j'aurais pu peut-être en déterminer d'autres si j'avais eu un bon microscope simple.

fertes par les canaux déférents. Les conditions du testicule de *Campodea* et de *Japyx* sont donc primitives comme celles de l'ovaire de *Campodea*.

Quant aux rapports de position avec les autres viscères, les observations que j'ai exposées pour les organes génitaux féminins sont aussi valables pour les masculins.

C) *Organes génitaux externes féminins*. J'ai trouvé que chez les femelles de tous les Thysanoures les canaux génitaux externes sont impairs.

Chez *Campodea* (Pl. V, fig. 50) les trompes se réunissent en un conduit impair et très court qui, différemment des trompes, se trouve tapissé de cuticule (vagin); celui-ci débouche par une vulve correspondant au huitième sternite. Je considère comme un diverticule dorsal du vagin une poche copulatrice qui fonctionne probablement aussi comme glande et comme vésicule séminale.

Chez *Japyx* (Pl. V, fig. 52) les tubes forment, en se fondant ensemble, un petit canal impair très court (utérus ou oviducte) qui se prolonge en un vagin aussi impair. La vulve est grande et correspond entre le huitième et le neuvième segment. L'utérus n'est pas tapissé de cuticule; celle-ci se trouve sur le vagin. C'est au vagin que se rattache une poche copulatrice située, comme chez *Campodea*, très profondément par rapport au vagin; on peut le considérer aussi comme un diverticule dorsal du vagin même. Comme cela résulte des descriptions que j'ai données, je me suis servi des noms de vagin, utérus ou oviducte pour suivre le critérium histologique, selon lequel le vagin (et par conséquent aussi la poche copulative) doit être tapissé de cuticule et l'utérus ou oviducte doit en être privé. Dans ce sens j'ai admis un utérus ou oviducte chez *Japyx* et non chez *Campodea*.

En admettant l'idée généralement reçue, que les parties tapissées de cuticule sont ectodermiques et que celles qui n'en ont pas sont mésodermiques, on peut conclure que chez *Japyx* les trompes se sont fondues ensemble pour un petit parcours (utérus) et que cela n'a pas encore eu lieu chez *Campodea*.

Il existe chez *Machilis* un oviducte qui se continue sans une séparation nette en un vagin. La vulve se trouve au bord postérieur du huitième sternite. Je n'ai pu constater l'existence d'une poche copulatrice.

Chez *Nicoletia* (Pl. V, fig. 55) il existe un oviducte et un vagin: celui-ci est une excavation du huitième sternite cachée sous une lan-

guette impaire médiane. Dans ce vagin s'ouvre une poche copulatrice, évidemment homologue à celle de *Japyx* et de *Campodea*. La vulve correspond au bord postérieur du huitième segment. *Leptismna* reproduit sans grandes variations les conditions de *Nicoletta*. Chez *Leptisma* on trouve un oviducte très court et un vagin qui débouche à la partie postérieure du huitième sternite; une poche copulatrice est unie au vagin; cette poche fonctionne probablement aussi comme réceptacle du sperme et peut-être comme glande, ainsi que chez les autres Thysanoures. Cependant, cette poche est plus différenciée que chez les autres Thysanoures, et, en effet, son cul de sac est à trois lobes et sa cavité est très compliquée; ceci démontre toujours la supériorité de *Leptisma* sur les autres Thysanoures; cela prélude d'autre part peut-être à la division que nous rencontrons chez un grand nombre d'insectes supérieurs, en poche copulatrice, réceptacle du sperme et glande accessoire.

La condition des organes génitaux féminins externes des Thysanoures se rattache bien avec celle des mêmes organes chez la blatte.

En résumant, les Thysanoures ont en général un oviducte (utérus), un vagin et un sac copulateur. L'oviducte est absent seulement chez *Campodea* qui, par conséquent, se comporte comme une larve d'éphéméride; les autres Thysanoures, au contraire, se comportent comme des libellulides. Le schéma de la fig. 90 de Palmen (1) reproduit les conditions de *Campodea*; le schéma de la fig. 96 représente celles des autres Thysanoures. *Machilis* n'a pas de poche copulatrice et paraît plus simple que les autres Thysanoures.

Il est inutile d'ajouter que les faits relatés ici et surtout ceux qui ont trait à *Campodea*, s'ils ne prouvent pas directement la vérité de l'hypothèse de Palmen (2) sur les conduits génitaux doubles, tendent au moins à l'appuyer.

La vulve qui était nettement au huitième sternite chez *Campodea*, se trouve chez *Japyx* entre le huitième et le neuvième. Chez les *Leptismides* et chez *Machilis* il se trouve encore sur le huitième.

Chez *Campodea*, chez *Japyx* et chez *Machilis*, les glandes accessoires (sébacées) sont absentes. Chez *Nicoletta* au contraire il existe

(1). PALMEN, *Die paarige Ausführungsgänge d. Geschlechtorgane d. Insecten*. Helsingfors, 1884.

(2). Loc. cit. à la note précédente.

une glande accessoire impaire en cul de sac bifide et dirigé en arrière; elle débouche derrière l'origine des ovopositeurs. Cette glande devient paire chez *Leptisma*, c'est-à-dire que l'on trouve chez *Leptisma* deux glandes longues et tortueuses; à leur extrémité antérieure elles se fondent ensemble et présentent un unique débouché derrière l'origine des ovopositeurs (Pl. V, fig. 54). Les mêmes glandes se retrouvent chez *Leptismna*. Je conclus que toutes les Lépismides ont des glandes sébacées: elles appartiennent au neuvième segment.

Des glandes homologues existent aussi chez la blatte et chez un grand nombre d'autres insectes.

Il nous reste à parler des appendices génitaux féminins externes (*gonapophyses*) (voyez les fig. précédentes). Ils sont représentés chez quelques Thysanoures par de simples *papilles* et chez d'autres par de véritables *ovopositeurs*.

Comme toujours, c'est *Campodea* (Pl. V, fig. 50) qui offre les plus simples conditions. La vulve débouche sur une papille devant laquelle il y en a deux autres; nous avons ainsi trois simples papilles: une postérieure impaire et deux antérieures; ces dernières sont l'une latéro-droite et l'autre latéro-gauche.

Dans le vagin de *Japyx* (Pl. V, fig. 52) qui correspond à la limite entre le huitième et le neuvième segment, on voit quatre papilles ~~saillie~~ saillie (1). Elles fonctionnent probablement comme celles de *Campodea*.

Chez *Machilis* (Pl. V, fig. 51) nous trouvons, au lieu de ces quatre papilles, quatre ovopositeurs, dont deux antérieurs qui appartiennent à la partie postérieure du huitième segment et deux postérieurs qui s'élèvent du bord antérieur du neuvième segment. Je les crois homologues aux papilles de *Japyx*.

Il existe chez *Nicoletia* (Pl. V, fig. 55) quatre ovopositeurs, précisément comme chez *Machilis*: ils correspondent ou à la jointure du huitième avec le neuvième anneau, ou à la partie antérieure du neuvième (je crois que les critères anatomiques ne suffisent pas à décider cette alternative). On trouve aussi chez *Leptisma* quatre ovopositeurs: on dirait que les antérieurs appartiennent au huitième anneau et les postérieurs au neuvième (Pl. V, fig. 53). La même chose se répète

(1) Une cinquième, qui correspond au débouché de la poche copulatrice, ne peut être prise en considération ici, parce que son développement doit dériver de ce dernier organe.

chez *Leptismna*, avec la seule différence que, chez celle-ci, les ovopositeurs sont très courts.

Si l'on tient compte seulement des gonapophyses des *Léptismides* et de *Machilis*, il est facile de se laisser aller à les considérer comme membres transformés et de les faire dériver d'une bifurcation exagérée des pattes qui existaient autrefois à l'abdomen des insectes. Cependant ceci n'est appuyé ni par *Campodea* ni par *Japyx*. Ajoutons que, dans leur développement, ces gonapophyses n'ont aucun rapport avec les fausses pattes qui peuvent aussi se trouver sur le huitième et le neuvième segment (ex. *Nicoletia*).

J'ai dit que les gonapophyses de *Campodea* sont au huitième segment, que chez *Japyx* elles se trouvent dans une introflexion entre le huitième et le neuvième, que chez *Machilis* il y en a deux à la partie postérieure du huitième et deux à l'antérieure du neuvième; leur position doit être à peu près semblable chez les *Léptismides*. Ainsi peu à peu le neuvième segment dans sa partie ventrale entre en service des organes reproducteurs; à ce propos il faut rappeler aussi le développement des glandes sébacées sur ce neuvième segment.

Et aussi à propos de ces glandes nous pouvons ajouter maintenant qu'elles sont présentes seulement chez les Thysanoures fournis d'ovopositeurs; c'est pour ces organes qu'elles se sont développées.

*Machilis* qui a des ovopositeurs, comme je l'ai dit plus haut, supplée peut-être à son manque de glandes sébacées au moyen de deux autres glandes qui correspondent à l'extrémité proximale des deux ovopositeurs antérieurs.

Chez *Campodea*, chez *Japyx* et chez *Machilis* le huitième sternite ne montre pas de dispositions dignes d'être notées; il en est de même pour le huitième de *Campodea*, mais non pas chez *Japyx* et *Machilis*. Chez *Japyx* (Pl. V, fig. 52) il est divisé en deux pièces triangulaires qui sont poussées, l'une à droite et l'autre à gauche, comprenant entre elles le dixième sternite. Chez *Machilis* ces deux pièces se sont allongées comme des lames qui, en se tenant rapprochées l'une de l'autre, forment une sorte de gouttière qui cache et protège la partie proximale des ovopositeurs. Qu'elles soient véritablement une dérivation du sternite, cela est prouvé par le fait qu'elles portent, à leur extrémité distale, les pseudo-pattes, comme les sternites des précédents segments. Il faut considérer que les sternites abdominaux de *Machilis* (Pl. V, fig. 2 a et b) présentent, comme je l'ai déjà dit, des traces de sutures qui indiquent une division en trois pièces, l'une anté-

rieure médiane et deux latéro-postérieures; ces dernières sont séparées l'une de l'autre au bord postérieur par un enfoncement, de sorte qu'on peut dire que les sternites abdominaux sont postérieurement bifides et indiquent ainsi la disposition que l'on rencontre exagérée au neuvième sternite. Cette interprétation du neuvième sternite est aussi importante par rapport à *Japyx*, car son neuvième segment laisse supposer que l'abdomen de cet animal ait pu avoir aussi des sutures semblables (fourches) à celles de *Machilis* et à celles qui se trouvent encore au thorax de *Japyx* même pour le service des muscles des pattes.

Chez les *Léptismides* aussi (quoique les fourches manquent) la division du neuvième segment persiste; elle apparaît aussi dans le huitième.

Venons aux détails. Le neuvième sternite présente chez *Nicoletta* (Pl. V, fig. 55) une disposition semblable à celle de *Machilis*, avec la seule différence que les lames sont moins développées; le huitième au contraire peut être considéré comme divisé en trois morceaux, l'un antérieur médian et les deux latéraux postérieurs, ce qui est d'ailleurs déjà indiqué chez tous les sternites abdominaux du *Machilis*. Le morceau antérieur moyen est cependant très développé chez *Nicoletta* parce qu'il prend une grande part à la formation du vagin. Chez *Lepisma* le neuvième sternite se comporte comme chez *Machilis* et chez *Nicoletta*; le huitième se comporte comme chez *Nicoletta*, seulement le morceau antérieur médian est très petit.

Le neuvième sternite sert donc chez *Machilis* et chez les *Léptismides* aux fonctions génitales; nous avons déjà vu comment le neuvième segment concourt à l'exercice de la même fonction par le moyen des ovopositeurs et des glandes.

Il résulte aussi de mes observations que le huitième sternite se différencie d'une manière spéciale, toujours pour les organes de la reproduction.

En somme lorsqu'on va de *Campodea* à *Lepisma* les parties qui entourent la vulve prennent un grand développement. Ainsi se forment les ovopositeurs, leurs glandes et des lames spéciales pour les ovopositeurs et le vagin.

Pour conclure, le huitième segment est le véritable segment vulvaire. Le neuvième est mis secondairement au service du huitième.

D) *Organes génitaux externes masculins.* — Chez *Campodea*,

le canal éjaculateur (Pl. IV, fig. 46) est très court et pourvu de cuticule comme l'oviducte.

Chez *Japyx* (Pl. IV, fig. 47) il est formé de deux parties, la première est dépourvue de cuticule et la seconde (en correspondance de la cloche génitale; voir plus loin) en est pourvue; la première est homologue à l'utérus et la seconde au vagin. *Machilis* et les *Leptismides* se comportent à peu près comme *Japyx*.

En général, on peut répéter, pour le conduit éjaculateur, les considérations déjà faites pour l'utérus et le vagin. Cependant je dois ajouter qu'un organe spécial se développe: le pénis. Chez *Campodea* la partie distale du conduit éjaculateur court dans une papille spéciale (pénis) du huitième sternite abdominal et elle débouche à peu près à l'extrémité de celui-ci. Chez *Japyx* on peut considérer comme un pénis différencié d'une manière toute spéciale, l'organe que j'ai nommé cloche dans le Mémoire sur cet animal; cet organe est caché entre le huitième et le neuvième segment et il est capable de se renverser comme un doigt de gant. Le canal éjaculateur s'ouvre dans cette cloche qui, à son tour, s'ouvre à l'extérieur. Chez *Machilis* le canal éjaculateur, après un petit parcours, entre dans une papille et débouche à sa pointe. Cette papille, qui est le pénis, naît à la limite du huitième et du neuvième segment, ou bien au bord antérieur du neuvième; je ne saurais préciser exactement (Pl. IV, fig. 48). Le pénis de *Nicoletia* et celui de *Leptismna* se comportent exactement de même; on peut dire qu'il appartient au neuvième segment et qu'il est peu développé; son ouverture externe est une fissure plutôt longue. Chez *Lepisma* il existe aussi un pénis postérieurement bifide et appartenant au neuvième segment; dans sa partie distale le conduit éjaculateur parcourt précisément ce pénis.

En général, le pénis de *Japyx* est une formation spéciale, les autres Thysanoures l'ont tout à fait semblable, seulement chez *Campodea* et chez *Machilis* il est très simple, tandis que chez les *Leptismides* il se perfectionne, surtout pour ce qui concerne le développement des glandes unicellulaires autour de son orifice externe. Il est important de déterminer que chez *Campodea* cet organe appartient au huitième anneau, tandis que chez *Japyx* (et chez *Machilis*?) il est entre le huitième et le neuvième, et chez les *Leptismides* il se trouve dans le territoire du neuvième. Ainsi la tendance que nous avons déjà remarquée chez la femelle se répète d'une manière exagérée, et l'ouverture génitale masculine se trouve au neuvième segment. Il suffit de com-

parer les différentes formes pour arriver à la conclusion qu'il s'agit d'un simple déplacement et que phylogénétiquement le débouché appartient aussi au huitième segment chez le mâle.

Chez *Campodea* le mâle n'a aucun appendice génital excepté le pénis que l'on peut supposer homologue à la papille impaire postérieure de la femelle. Dans la cloche génitale du mâle de *Japyx* on remarque deux papilles (Pl. IV, fig. 47), mais je ne sais si elles sont homologues aux quatre que nous avons vues chez la femelle (dans ce cas les deux des mâles se seraient dédoublées chez les femelles), ou bien à peine à deux d'entre elles. Chez le mâle de *Machilis* il y a très en évidence quatre appendices homologues aux quatre ovopositeurs. Chez *Nicoletia* et chez *Lepismtna* il existe seulement deux appendices, probablement homologues aux deux ovopositeurs postérieurs de *Machilis*. Chez *Lepisma* on n'en trouve aucun.

C'est pour cela que les appendices externes masculins ont une homologie à peine partielle avec les féminins.

Résumons: aucun organe homologue au pénis chez la femelle, excepté peut-être chez *Campodea*; les appendices externes sexuels secondaires font défaut chez le mâle de *Campodea*; il faut peut-être les considérer comme étant au nombre de deux chez sa femelle (condition primitive); il y en a deux chez le mâle de *Japyx* et quatre chez sa femelle (condition successive à celle de *Campodea*); il y en a quatre chez le mâle et chez la femelle de *Machilis* (condition correspondante à celle de la femelle de *Japyx*); deux chez le mâle de *Nicoletia* et *Lepismtna* (condition comparable à celle de *Japyx*) et quatre chez leur femelle (comme chez *Machilis*); enfin il y en a quatre (comme chez *Japyx*, *Nicoletia*, *Lepismtna* et *Machilis*) chez la femelle de *Lepisma*, tandis que l'on n'en trouve aucun chez son mâle. Pour le mâle de *Lepisma* on remarque cependant qu'il y a deux crêtes spéciales à la partie du canal éjaculateur qui court le long du pénis, mais je ne crois pas qu'on puisse homologuer ces crêtes aux appendices sexuels en question.

L'étude des mâles des Thysanoures nous fait aussi exclure la possibilité d'homologuer les appendices sexuels externes avec les pattes.

En général, les appendices sexuels externes des Thysanoures se continuent et se perfectionnent chez les autres insectes en restant toutefois fondamentalement homologues. Ceci est surtout vrai pour les orthoptères.

Si nous voulons passer à la comparaison des orifices génitaux des



Thysanoures avec ceux des scolopendrelles, nous devons d'abord déterminer que chez *Japyx* et chez *Campodea* le côté ventral du premier anneau abdominal est caractérisé par des papilles spéciales. Chez *Japyx* il y en a trois, une moyenne et deux latérales (Pl. V, fig. 58). Chez *Campodea* il y en a à peine deux: chez le mâle ces deux papilles sont réunies par une zone de poils courts (Pl. V, fig. 57) auxquels correspondent presque certainement des terminaisons nerveuses spéciales. Cette zone manque à la femelle, d'après mes recherches (Pl. V, fig. 56); c'est donc un caractère sexuel secondaire particulier aux Campodées.

En général, ces dispositions indiquent une intime parenté entre les Thysanoures et les Colembes; ces derniers ont le tube ventral caractéristique ou collophore précisément au premier anneau abdominal.

D'autre part, je crois que le caractère sexuel secondaire de la *Campodea* indique que les organes génitaux de ses ancêtres débouchaient aussi autrefois au premier segment abdominal. Mon opinion est solidement appuyée sur le fait que j'ai découvert, soit: que chez les scolopendrelles, l'orifice génital correspond précisément au quatrième segment du tronc, ou plutôt, si l'on veut, au premier segment abdominal. L'orifice génital dans la région antérieure du tronc, chez les diplopodes et les pauropodes, et aussi la place de cet orifice dans les arachnides et dans les crustacés augmentent encore ma conviction.

De plus, il faut considérer que les récentes recherches de Kennel (1) sur les organes génitaux du péripate montrent que, chez cet animal, les voies d'élimination des produits sexuels sont des organes segmentaires transformés. Tenons aussi compte des études de Palmen (voir plus loin) et de Nussbaum qui prouvent que l'orifice génital chez les insectes était double autrefois. Souvenons-nous que, chez les crustacés, l'orifice génital correspond, jusqu'à un certain point, à celui des arachnides, de la scolopendrelle, des pauropodes et des diplopodes; notons de même les conditions des libellules et des acarins.

Tous ces derniers faits et les comparaisons précédentes que j'ai faites pour l'orifice génital de la *Campodée* et de la scolopendrelle, me conduisent à formuler l'hypothèse suivante: *chez les progéniteurs des arthropodes, les produits sexuels étaient, comme chez certains annélides, éliminés au moyen des organes segmentaires; successivement*

! Arbeiten a. Zool. Inst. von Würzburg, Bd. VII, H. II; Bd. VIII, H. I.

cette fonction a été remplie par une paire antérieure et une paire postérieure seulement (1) de ces organes: plus tard encore une des deux paires s'est fermée: chez quelques arthropodes, la paire postérieure (crustacés, arachnides, scolopendrelles, pauropodes, diplopodes et archipolipodes); chez d'autres, la paire antérieure (insectes, chilopodes, onychophores); chez quelques formes primitives, il existe pour ainsi dire un témoin de la paire fermée (l'organe sexuel secondaire de la *Campodée*).

Si nous n'acceptons pas cette hypothèse, nous devons phylogénétiquement diviser les arthropodes en deux groupes, c'est-à-dire, ceux à orifice génital antérieur et ceux à orifice génital postérieur; or, un grand nombre de faits, que l'on verra plus loin, parlent fortement contre cette division.

Je dois ajouter dès à présent que l'hypothèse avancée plus haut n'exerce aucune influence sur la signification qu'il faut donner aux vésicules ventrales des aptères et des scolopendrelles (voir plus loin). Je m'explique: le segment auquel correspond l'orifice génital peut être pourvu de vésicules ventrales bien développées; il ne résulte pas nécessairement de cela que les vésicules ventrales ne puissent être homologues aux organes segmentaires, car on peut très bien supposer un dédoublement de ces organes et l'adaptation exclusive d'un canal pour l'élimination des produits sexuels et d'un autre pour les produits excrémentiels; même à ce propos on peut remarquer que chez certains *Machilis* certains segments portent deux paires de vésicules abdominales ou ventrales.

§ VIII. *Appendices du corps.* — I) *Membres buccaux.* — Le *labrum* (lèvre supérieure) (voir Pl. V, fig. 64) n'est pas différent de celui de la plupart des insectes; il est plus ou moins long selon les diverses formes. Quant aux mandibules, aux mâchoires et à la lèvre inférieure (*labium*), je distingue deux types: l'un est représenté par *Japyx* et *Campodea*, l'autre par les autres Thysanoures.

Chez *Japyx* les mandibules n'ont d'entièrement libre que l'extrémité distale (pointe) qui s'avance dans la cavité buccale; le reste

(1) Ni la paire antérieure ni la postérieure ne serait homologues dans toutes les classes en question. — HAASE (*Die Vorfahren d. Insecten*, en *Ges. Isis in Dresden*, 1886, Abth. II) croit toujours que les génitaux de scolopendrelle débouchent près de l'anus. J'espère que quelqu'un reviendra sur cet argument. En attendant: déclare que l'opinion de Haase est erronée.

la mandibule (corps) est enfoncé dans la tête entre les tissus mésodermiques. La pointe est fournie de cuticule; le corps présente à peine un revêtement cuticulaire sur la face qui regarde latéralement; c'est un revêtement en forme de lame et je l'appellerai *lame latérale*. La face externe de cette lame est libre dans le céloéma; à sa face interne s'attache une musculature compliquée qui forme le corps de la mandibule et qui finit dans la tête. Les mâchoires (Pl. V, fig. 65) comprennent la pièce basilaire (cardo) et la tige (stipes) auxquelles sont annexés le lobe externe, le lobe interne, la pièce palpigère et le palpe. Lobes, pièce palpigère et palpe s'avancent dans la cavité buccale comme la pointe de la mandibule. Pièce basilaire et tige sont dans la tête avec laquelle ils ont des rapports à peu près semblables à ceux dont j'ai parlé à propos des mandibules. Les deux moitiés de la lèvre inférieure (Pl. V, fig. 66) sont séparées l'une de l'autre au bord antérieur; pour le reste elles sont soudées ensemble et leur division primitive est à peine indiquée par un sillon (suture). Je trouve dans chaque moitié de la lèvre deux sutures transversales et les traces d'une longitudinale. A la partie antérieure de la lèvre est annexée une paire de papilles protractiles; du côté postérieur part une paire de palpes. Il y a une sorte de frange qui entoure la cavité buccale intérieurement aux pièces buccales: on pourrait peut-être la comparer à l'épipharynx et à l'hypopharynx; on y distingue une languette et des paraglosses. Les mâchoires et les mandibules de *Campodea* trouvent leurs pareilles chez *Japyx*; il en est de même pour le *labium* qui cependant n'offre que les traces d'une suture transversale, et au lieu des deux papilles protractiles il y en a deux non protractiles et dans une position différente.

Passons au second type d'appareil buccal, celui des autres Thysanoures. Mandibules et mâchoires sont libres comme chez les véritables orthoptères. Quant à la lèvre inférieure, lobes et tiges sont bien distincts. Les lobes sont au nombre de deux dans chaque moitié chez *Lepisma* (Pl. V, fig. 67); chez *Nicoletta* le lobe interne est encore bifide (1), chez *Machilis* l'externe l'est aussi (Pl. V, fig. 68). Les tiges sont séparées l'une de l'autre, tant chez les *Leptismides* que chez *Machilis*. Ces conditions de la lèvre inférieure nous permettent d'inter-

(1) Chez *Lepisma* ceci est à peine indiqué par une légère saillie médiane antérieure du lobe interne.

prêter le même organe chez *Japyx* et chez *Campodea*. Chez ceux-ci les tiges et les lobes sont soudés ensemble de sorte que la lèvre forme une sorte de plaque avec des traces de suture plus ou moins évidentes. Chez *Japyx* la suture transversale postérieure pourrait indiquer l'existence primitive d'un cardo. Il est important de noter que chez les embryons de *Japyx* les membres buccaux se comportent presque comme chez *Machilis* et chez les Lépismides; ceci prouve que les conditions de *Japyx* et par conséquent celles de *Campodea* sont secondaires.

Le lobe externe (*galea*) des mâchoires possède des terminaisons nerveuses spéciales et se montre simple chez tous les Thysanoures, excepté chez *Japyx* qui l'a de deux articles. Les palpes des mâchoires sont d'un seul article chez *Campodea*, de deux chez *Japyx*, de sept chez *Machilis*, de six chez *Thermophila* (Rovelli) et de cinq chez les autres Thysanoures. Les palpes labiaux font défaut chez *Japyx* *Isabellae*; ils sont d'un article chez *Japyx* *solifugus* et chez *Campodea*, de trois chez *Machilis* et chez les Lépismides. Il résulte de ceci que les palpes tendent à devenir plus petits chez les formes fournies de mâchoires et de mandibules internées dans la tête.

Notons un éperon spécial à la base du premier article des palpes de *Machilis* et un semblable à la base des palpes labiaux de *Lepisma* et de *Nicoletia*, ce qui fait qu'à première vue leurs palpes semblent formés de quatre articles (1).

En résumant, tandis que *Japyx* et *Campodea* ont un appareil buccal spécial, adapté à leur nourriture particulière, c'est-à-dire aux détritus végétaux, les autres Thysanoures ont un appareil nettement masticateur.

Par sa position enfoncée, la mandibule de *Japyx* et *Campodea* représente quelque chose *sui generis* et rappelle vaguement celle d'une partie des insectes suceurs. La mandibule des autres Thysanoures est très semblable à celle des véritables orthoptères, des dermaptères, des termitides et des odonates.

Les comparaisons établies pour les mandibules peuvent s'appliquer aussi aux mâchoires, excepté pour les odonates.

(1) Ceci pour justifier une erreur dans laquelle nous sommes tombés, Mr Lucas d'abord (*Monograph of Collembola and Thysanura*, London, 1873, p. 218, et c. suite.

La lèvre inférieure de *Japyx* et de *Campodea* est aussi *sut generis*; on peut soupçonner qu'il faille la comparer partiellement à celle des libellulides et des éphémérides chez lesquelles les tiges et les lobes internes sont fondus ensemble, tandis que les lobes externes sont fondus avec les palpes. Nous trouvons aussi, chez les dermaptères, les lobes de chaque moitié de la lèvre inférieure fondus ensemble, mais les tiges sont profondément séparées. La lèvre inférieure de *Machilis* et des *Léptsmides* comporte des comparaisons semblables à celles indiquées pour les mandibules, excepté chez les odonates. Les tiges des Thysanoures que je viens de nommer sont séparées précisément comme chez les forficules; cette séparation est imparfaite chez les véritables orthoptères et chez les termitides. Les palpes labiaux de trois articles qu'on rencontre chez plusieurs Thysanoures trouvent une analogie chez les dermaptères, chez les véritables orthoptères et chez les termites.

Avec toutes ces comparaisons j'ai affirmé de plus en plus que les membres buccaux des Thysanoures sont faits sur deux types différents, de sorte que les Thysanoures doivent être divisés en *entotrophi* et en *ectotrophi*.

Les *ectotrophi* sont certainement très voisins des véritables orthoptères, des termites et des dermaptères. *Tous les Thysanoures présentent une galea (lobe externe des mâchoires). Ceci est un caractère qui se répète seulement chez les orthoptères et chez quelques neuroptères, et qui manque à tous les autres insectes.* C'est précisément à cause de ce caractère que les classificateurs ont réuni les lépismes aux orthoptères et aux neuroptères et ont donné à ces trois groupes le nom de *Galeata*.

Il est évident que les *ectotrophi* sont plus voisins de la condition primitive que les *entotrophi*. Toutes les données de l'anatomie comparée et de l'embryologie concourent à prouver: I, que les membres buccaux faisaient saillie autrefois et fonctionnaient seulement comme des pattes antérieures; II, que peu à peu ces pattes s'adaptèrent à fonctionner aussi comme des membres buccaux externes; III, qu'ils perdirent ensuite leur fonction de pattes et se limitèrent à être des membres buccaux externes; IV, enfin que dans certains cas ils allèrent s'approfondissant et se soudant plus ou moins; étant ainsi mieux défendus, ils ont pu s'acheminer vers leur transformation en organes suceurs. Un bel exemple de la première phase nous est offert par les *pièdes-mâchoires* du curieux arachnide que j'ai décrit sous le nom de

*Koenenia*; un exemple de la seconde phase nous est offert par les crustacés; un exemple de la troisième par les Thysanoures ectotrophes et les insectes masticateurs; un exemple de la quatrième par *Japyx* et *Campodea*. L'appareil suceur, qui pourrait être appelé la cinquième phase, se trouve chez les insectes suceurs.

II) *Pattes*. — Rien de très remarquable dans les pattes. Je dois seulement noter que chez *Campodea* et chez *Japyx* les tarses ne sont pas divisés. Chez *Machilis* ils se composent de trois articles, chez *Nicoletia* et chez *Leptismna* de quatre, enfin chez *Leptisma* de trois ou quatre. On remarque une apophyse spéciale articulée avec les cuisses moyennes et postérieures de *Machilis* (voir plus loin à propos des pseudo-pattes). Je ne crois pas qu'on puisse la comparer aux *éperons*, qui se trouvent aux tibias des lépismides.

Le tarse qui, en allant de *Campodea* et *Japyx* à *Leptisma*, avait pris un plus grand nombre de segments, devient encore mieux segmenté chez la blatte, et se compose de cinq articles bien distincts. Cependant en considérant tous les véritables orthoptères, on doit dire que le tarse varie de deux à cinq articles, et a par conséquent une certaine analogie avec les Thysanoures.

III) *Pattes rudimentaires* (fausses pattes, ou *éperons de Haase*, l. c.), *cerques caudals et vésicules abdominales* (*segmentaires ou ventrales*). Il existe à l'abdomen des appendices spéciaux que je considère comme des rudiments des pattes, non à peine dans le sens phylogénétique; en effet chez *Machilis*, par ex., il est sûr qu'ils servent aussi de soutien au corps et d'aide à la locomotion; je crois cependant que leur fonction principale est essentiellement comme organe tactile. Le nombre de ces fausses pattes est très variable. Chez *Campodea* elles existent du second au septième (second et septième compris) segment abdominal. Chez *Japyx* elles existent aussi au premier segment (à l'extérieur des papilles dont j'ai parlé à propos des organes génitaux). Chez *Japyx solifugus* on remarque qu'elles ont des traces évidentes de bifurcation; cependant elles sont beaucoup plus réduites que chez *Campodea*.

Chez *Machilis* on les trouve aussi au huitième et au neuvième segment abdominal, mais elles manquent au premier: les appendices que j'ai indiqués aux cuisses de cet animal, sont parfaitement semblables aux fausses pattes.

Chez *Nicoletia* on les trouve du second au neuvième segment abdominal, second et neuvième compris.

Chez *Lepismna* on peut les trouver à la plupart des segments abdominaux, ou bien à peine à trois d'entre eux (septième, huitième et neuvième).

Chez *Lepisma* on les voit à peine à trois ou à deux (septième, huitième et neuvième) (1).

Il en résulte la présence possible des fausses pattes dans tous les segments, excepté le dernier. Dans celui-ci elles sont évidemment remplacées par les cerques pairs (le cerque impair est un prolongement direct de la partie postérieure du corps, comme je l'ai dit plus haut). Les fausses pattes et les cerques sont articulés avec les sternums y relatifs et se meuvent au moyen de muscles qui s'insèrent avec une extrémité à la base des fausses pattes et des cerques et l'autre aux sternums : ils ne possèdent pas de muscles intrinsèques (voir le § sur la musculature).

Le forceps de *Japyx* peut être comparé à des cerques transformés ; il sert surtout comme organe de défense et n'offre pas de différences sexuelles.

Passons aux vésicules abdominales (Pl. V, fig. 60, 61 et 62). Elles se trouvent en correspondance de l'abdomen.

Chez *Campodea* il y a autant de vésicules que de fausses pattes : elles sont situées au côté interne de celles-ci, ce qui se trouve aussi chez les autres Thysanoures.

Chez *Japyx solifugus* elles manquent complètement ; chez *Japyx Isabellae* il y en a au moins deux paires (une au second et une au troisième anneau). Chez *Machilis* on en trouve aux sept premiers segments ; chez quelques-uns d'entre eux on en trouve deux paires, chez d'autres seulement une paire.

Chez *Nicoletia* elles existent au moins du second au huitième segment, une paire par segment. *Lepismna* a deux paires d'organes com-

(1) Dans une très récente Notice, Haase (l. c.) décrit les fausses-pattes comme des soies très développées, et il les compare aussi aux soies dorsales de *Lepisma*. Entre la soie et la fausse-patte la différence est énorme ; la première est le produit d'une cellule de l'hypoderme, la seconde est faite de tissu connectif (mésoderme) enveloppé d'hypoderme et de cuticule avec poils, etc. Haase s'appuie sur le manque de muscles intrinsèques qui est commun aux soies et aux fausses-pattes. Mais en raisonnant comme lui on finit par considérer aussi comme soies les cerques de *Campodea*, des *Lepismides* et de *Machilis*, les fouets des antennes des ectotrophes, peut-être même les tarses d'un grand nombre d'arthropodes etc.

parables aux vésicules, l'un au premier segment et l'autre au huitième.

Les vésicules sont rétractiles dans la cavité abdominale avec laquelle elles communiquent amplement; elles se rétractent en se renversant au dedans *comme un doigt de gant*. Ceci a lieu par l'action de quelques faisceaux musculaires longitudinaux (voir le § sur la musculature). Quand elles sont saillantes elles restent pleines de sang. Elles deviennent saillantes, pour ainsi dire passivement, par la pression qu'exerce sur elles le sang de la cavité abdominale, qui pénètre en elles à mesure qu'elles se renversent. Je ne sais dans quelles conditions physiologiques elles deviennent proéminentes, mais il est sûr qu'elles sont destinées à être en relief, sinon elles ne seraient pas pourvues des muscles indiqués plus haut. Au moins chez *Campodea*, chez *Japyx* et chez *Nicoletta*, elles possèdent très probablement aussi un filament nerveux, avec une terminaison nerveuse à leur extrémité distale et elles sont revêtues de cuticule très mince; autour de la terminaison nerveuse admise, on remarque des cellules probablement glandulaires.

Il existe des organes homologues à ces vésicules chez un grand nombre de myriapodes, seulement ils manquent de muscles propres.

Il est difficile de se prononcer sur leur signification morphologique. Wood-Mason a essayé le premier de les comparer aux organes segmentaires des annélides et du péripate. Je ne trouve pas de raisons suffisantes pour accepter cette comparaison, à laquelle on peut opposer le fait qu'ils existent chez la Scolopendrelle aussi au segment génital, objection que l'on pourrait cependant atténuer (voir le § sur les organes génitaux) par de sérieuses considérations.

Entre les vésicules abdominales et les organes segmentaires, je ne vois de commun que la disposition segmentaire.

Ajoutons que chez le péripate il existe d'autres organes comparables à elles, et ce sont les glandes *coxales* (1); la comparaison n'est cependant pas tout à fait exacte, parce qu'elles se trouvent sur le côté interne des pattes.

Je n'accepte absolument pas l'hypothèse de Wood-Mason (2) (repro-

(1) BALFOUR, in *Quart. Journal of Microsc. Science*, April 1883, et GARTNER, in *Zool. Beiträge von A. SCHNEIDER*, 1885, I. Bd., pp. 145-163.

(2) *Proceed. Asiatic. Society of Bengal* f. August 1876.



duite par Nassanow (1) comme tant d'autres choses que j'ai découvertes sans donner les citations), surtout parce qu'il me semble beaucoup plus simple de comparer ces vésicules à des branchies, comme l'ont fait déjà plusieurs auteurs français (Nicolet, p. ex.); je les considère comme des branchies rudimentaires et un peu transformées. Pour moi elles sont comparables, en général, aux branchies des autres insectes et particulièrement homologues aux branchies qui occupent une position semblable à la leur. Il est vrai que les branchies des insectes possèdent des trachées, mais si l'on étudie leur développement comme l'a fait Lubbock, on s'aperçoit qu'elles n'en ont pas à leur apparition et que cette privation dure pendant une période déterminée de la vie larvale de l'insecte. Je pense qu'en somme les vésicules abdominales (branchies) et les pseudo-pattes représentent deux branches d'un membre abdominal bifide; cette opinion est appuyée par la disposition de la musculature (voir le § relatif), et elle fait partie intégrante de l'hypothèse suivante que j'ai déjà avancée dans mon Mémoire sur la Scolopendrelle, à peu près comme je le reproduis ici. J'admets que dans les progéniteurs des trachéates les membres étaient bi et tri-furqués (bi-tri-branchus), presque comme chez les crustacés, et que ce trait caractéristique s'est perdu chez les trachéates actuels. Ils ont pourtant gardé çà et là des traces évidentes de cette bifurcation, savoir :

I. Les membres buccaux, c'est-à-dire les mâchoires et la lèvre inférieure; il faut remarquer à ce propos la découverte d'un palpe mandibulaire chez les larves de quelques lépidoptères;

II. Les doubles pattes des diplopodes;

III. Les pattes accompagnées de fausses pattes et de vésicules segmentaires (fausses-branchies) chez les Scolopendrelles;

IV. Peut-être les pattes moyennes et postérieures de *Machilis* auxquelles s'articulent des fausses pattes (2);

V. Peut-être les fausses pattes accompagnées de vésicules chez les Thysanoures;

VI. Peut-être les fausses pattes bifides de *Japyx*.

Les doubles pattes des diplopodes, les fausses pattes et les vésicules des Thysanoures indiquent peut-être une bi-tri-furcation du membre,

(1) *Biologisches Centralblatt*, 1886, October.

(2) Je trouve dans une très récente Notice de Haase (l. c.) que les pattes moyennes et postérieures des Blattides portent des fausses-pattes comme chez *Machilis*.

et cette bifurcation est si avancée qu'elle le divise entièrement et produit deux ou trois membres secondaires. Chez *Machilis* la bifurcation n'est pas aussi avancée au thorax, c'est du moins ce que fait supposer l'appendice des cuisses que je viens de rappeler.

Naturellement cette modification des membres serait suivie du perfectionnement de certaines branches et de la réduction de certaines autres, p. ex. chez la Scolopendrelle.

Si même les antennes doivent être considérées primitivement comme bifides, je ne puis pas le dire avec certitude. En effet je tends à homologuer ces organes des trachéates avec les antennes antérieures des crustacés, qui, selon Claus, sont primitivement simples et non bifides. Il y a cependant dans les antennes de quelques Thysanoures, certaines apophyses (*Machilis*, mâle de *Nicoletta* (Pl. V, fig. 63) et de *Lepisma*, etc.), que l'on pourrait considérer comme un commencement de bifidité. De plus il faut noter que les antennes de *Pauropus* (Labbock) sont évidemment bifides.

Pour conclure, en ce qui a rapport aux fausses pattes et aux vésicules abdominales, j'admets, avec plusieurs auteurs, qu'il ait existé des membres ventraux branchus dans chaque anneau du tronc des Thysanoures; ces membres étaient cependant bien éloignés du perfectionnement actuel; les membres thoraciques se sont perfectionnés successivement (pattes thoraciques), tandis que les abdominaux se réduisaient (fausses pattes et vésicules abdominales). Chez les crustacés nous trouvons des faits semblables, ou plutôt je dirai convergents. L'embryologie des trachéates a montré que l'on trouve souvent un commencement de membres abdominaux qui disparaissent ensuite, ce qui est en harmonie avec l'hypothèse en question.

En résumant tout ce qui regarde les membres, on peut dire qu'il existait autrefois chez les insectes au moins dix-huit paires de membres dont dix-sept ventrales (dix de celles-ci étaient abdominales, trois thoraciques, quatre buccales) et une dorsale antérieure (antenne).

Des quatre buccales, l'insecte adulte actuel n'en possède que trois (mandibules, mâchoires, lèvre inférieure). La quatrième (peut-être correspondant à la seconde paire d'antennes des crustacés) n'existe que dans l'embryon (abeille, termite).

Il faut ajouter que l'on peut supposer l'existence primitive d'autres segments abdominaux et, par conséquent, peut-être aussi d'autres paires de membres.

IV) *Antennes*. Les points saillants sont les suivants:

I. La *Campodea* nouvellement éclosé présente les antennes comme l'adulte quant au nombre des articles: ceci se trouve aussi, chez *Japyx*, en rapport avec le fait que ces animaux n'ont pas de mues totales (chez les termites p. ex. chaque mue amène une augmentation dans le nombre d'articles des antennes).

II. Les antennes de *Campodea* et de *Japyx* sont profondément différentes de celles des autres Thysanoures. Tous les articles sont pourvus de muscles chez les premiers, mais à peine, l'article basilaire, chez ces derniers. A cause de cela on distingue, chez ceux-ci et non chez ceux-là, un scape et un flagellum.

V) *Alles et branchies dorsales*. Je considère que le point de départ pour le développement des ailes doit être cherché dans les tergums (lames dorsales) et plus précisément dans les parties saillantes de leur bord latéral et latéro-postérieur; ces proéminences sont déjà très claires p. ex. chez la scolopendrelle et chez un grand nombre de chilopodes (Haase). Il faut noter ici qu'elles se composent des mêmes couches que l'on distingue dans les ailes.

Elles sont à peine indiquées chez *Campodea* et plus développées chez *Japyx* (particulièrement au septième tergum abdominal). Dans les trois anneaux thoraciques des lépismides elles sont relativement très développées et riches de trachées; c'est surtout ainsi chez *Leptisma* et *Leptsmina* (Pl. V, fig. 59). Il paraît qu'ici elles servent surtout à protéger les faces latérales du large thorax qui doivent se trouver souvent en péril par la grande agilité avec laquelle les animaux en question fuient dans les fentes, les crevasses, sous les pierres, etc. Il suffirait que ces proéminences de *Leptisma* et *Leptsmina* se séparassent des tergums au moyen d'une articulation, il suffirait d'une très légère modification des muscles dorso-ventraux (inspirateurs) et l'on aurait les ailes. Comme le démontre l'histoire du développement des blattes et des termites, les ailes passent par une phase embryonnaire dans laquelle elles sont de simples proéminences comme chez les lépismides. Peut-être la séparation des proéminences d'avec les tergums a-t-elle eu lieu, phylogénétiquement parlant, lorsqu'elles avaient atteint un fort développement, de sorte qu'elles formaient un obstacle à certains mouvements des pattes et, par conséquent, pour continuer à être utiles à l'animal, elles devaient devenir mobiles. En mettant à profit cette nouvelle disposition, elles auraient commencé peu à peu à fonctionner comme des organes de locomotion (ailes). Cette nouvelle fonction en portant l'animal à vivre dans un

nouveau milieu rendait inutile la première. De là transformation totale de la proéminence en aile; de là aussi la limitation à deux anneaux seulement, probablement en rapport avec le centre de gravité de l'animal. Je distingue donc les phases suivantes dans le développement des ailes:

I. Simples proéminences latérales ou latéro-postérieures des trois tergums thoraciques.

II. Proéminences plus étendues et articulées aux tergums mêmes.

III. Véritables ailes au second et au troisième anneau thoracique.

Il est important d'ajouter que, chez un grand nombre d'insectes vivants et fossiles, on a cru trouver sur le premier anneau thoracique une paire d'organes comparables à des ailes plus ou moins développées.

Mais les proéminences des tergums thoraciques et abdominaux n'auraient pas été seulement la raison du développement des ailes; elles auraient peut-être donné lieu aussi aux branchies dorsales. Ceci aurait eu lieu, comme pour les ailes, par l'exagération successive des proéminences, par l'adjonction de trachées et la formation d'une articulation (il est très utile à la respiration que les branchies soient mobiles). Il se peut que pendant une certaine période de leur développement elles aient fonctionné en protégeant les parties latérales du corps, comme je l'ai supposé pour les proéminences qui se transforment en ailes.

Dans tous les cas, les branchies dorsales et les ailes pourraient être des formations homologues, parce qu'elles auraient un point d'origine commun. Cependant je ne puis admettre, pour le moment, avec Gegenbaur et Palmen que les ailes aient été autrefois des branchies, et cela, parce que les Thysanoures se rattachent intimement aux orthoptères (comme je le montrerai plus loin) qui n'ont pas de branchies dorsales et ne présentent aucune disposition qui fasse supposer qu'ils en aient eu autrefois (1).

Au risque de faire une trop longue digression je dois rappeler que

---

(1) Il a été observé que les ailes ne peuvent être mises en rapport avec les branchies parce qu'elles n'ont jamais de branches trachéales lorsqu'elles commencent (F. MÜLLER, *Beiträge z. Kennt. d. Termiten* (*Jenas Zeitsch.*, 1875); PANGRITUS, *Beiträge z. Kennt. d. Flügelentw.*, Königsberg, 1884); il est facile de répondre à cette objection, car les branchies aussi n'ont pas de trachées pendant une certaine période embryonnaire (LUBBOCK, *On the Develop. of Chloën*, en *Trans. of the Linnean Society*, vol. XXV, p. 61).

dans les ailes il se forme des veines ou nervures caractéristiques qui sont de deux espèces : concaves et convexes. Selon Adolph (1), les concaves correspondent aux branches trachéales primitives ; ainsi les trachées des nervures concaves seraient seules homologues aux trachées des branchies ; les trachées des nervures convexes seraient secondairement dérivées de celles des concaves ; un épaissement de la cuticule produirait les nervures convexes ; au contraire cet épaissement serait secondaire pour les nervures concaves.

Cette hypothèse, quoique ingénieuse, ne me paraît pas fondée ; en effet dans le commencement de l'aile du termite, j'ai vérifié que les trachées prennent la disposition des nervures convexes (les concaves manquent presque entièrement).

(A suture).

(1) *Insectenflügel*, 1880 (*Nova Acta d. Leop. Carol. Academie d. Naturforscher*. Bd. IV, Pars II, n. 3).

# CONGRÈS INTERNATIONAL DES PHYSIOLOGISTES

qui se tiendra à Basilée le 10-septembre 1889.

## COMMUNICATION DE LA SECTION ITALIENNE

aux biologistes d'Italie.

Le 19 mars 1888, dans une lettre adressée à 109 professeurs de physiologie, la Société physiologique anglaise prenant l'initiative de l'organisation d'un Congrès international de physiologistes, proposa de tenir, à intervalles, des réunions, dans le but de promouvoir le progrès de la physiologie au moyen de l'échange des idées et d'une critique amicale, et pour donner aux physiologistes l'occasion de se connaître personnellement.

La Société physiologique anglaise était d'avis de ne comprendre dans les discussions du Congrès que les parties de l'anatomie, de l'histologie, de la physique et de la chimie qui auraient un rapport direct avec la physiologie.

Vu la grande facilité que l'on a aujourd'hui de publier tout écrit de physiologie, elle pensa également qu'il était inutile d'imprimer les actes de ce Congrès, et elle émit le vœu que toutes les communications fussent brèves et, autant que possible, démonstratives et expérimentales.

Quant au choix du lieu où devait se tenir le premier Congrès, elle pensa que la Suisse méritait la préférence, à raison de sa position centrale et des attractions naturelles qu'elle offre pendant la saison durant laquelle devait se tenir le Congrès.

Trente-neuf professeurs de physiologie accueillirent cette proposition et donnèrent leur adhésion au Comité promoteur de la Société physiologique anglaise, en promettant leur concours.

Tous ceux qui avaient répondu à la première lettre furent invités, par la Société physiologique anglaise, à une réunion, qui se tint à Berne le 10 septembre dernier, pour discuter le projet du Congrès international des physiologistes et prendre les accords opportuns.

A cette réunion, la France, l'Allemagne, l'Angleterre, l'Italie et la Suisse étaient représentées. On décida que, dans le Congrès, on pourrait également discuter les questions de pathologie et de pharmacologie expérimentale qui ont un rapport direct avec la physiologie. On convint également que les communications, que l'on aurait à faire dans les séances du Congrès, seraient brèves et que l'on n'imprimerait pas de compte-rendu spécial des actes du Congrès.

Comme les laboratoires de l'Université de Basile sont mieux adaptés pour un Congrès, sur la proposition du professeur de physiologie de Berne, on choisit cette ville comme siège du prochain Congrès. Le prof. Miescher accepta très cordialement cette proposition et les autorités municipales de Basile offrirent une courtoise hospitalité.

Le président de la réunion de Berne remercia, au nom des collègues intervenus, la Société physiologique anglaise, pour l'initiative qu'elle avait prise, et l'invita à continuer l'œuvre d'organisation du Congrès.

On choisit comme époque du Congrès international des physiologistes à Basile, le 10 septembre prochain, afin qu'il ne coïncidât pas avec celui de l'Association Britannique et avec celui des naturalistes allemands qui se tiendra, cette année, à Heidelberg.

On nomma également les représentants des différents pays, afin qu'ils pussent se mettre en rapport avec le Comité anglais pour toutes les particularités concernant la réussite du Congrès.

Prof. *R. Heidenhain* et *V. Hensen* pour l'ALLEMAGNE —  
Prof. *H. B. Bowditch* pour l'AMÉRIQUE — Prof. *P. Hager*  
pour la BELGIQUE — Prof. *G. Yeo* pour l'ANGLETERRE  
— Prof. *J. P. Morat* pour la FRANCE — Prof. *Th. W. Engelmann* pour la HOLLANDE — Prof. *A. Mosso* pour l'ITALIE  
— Prof. *E. Hering* et *Sig. Eacner* pour l'AUTRICHE et  
la HONGRIE — Prof. *F. Holmgren* pour la SUÈDE et la  
NORVÈGE — Prof. *H. Kronecker* pour la SUISSE.

Les Italiens qui désirent prendre part au Congrès, qu'ils soient professeurs, enseignants privés, assistants ou docteurs, sont priés d'avertir

un des membres du Comité italien ci-dessous inscrits. Ceux qui veulent faire des communications ou des démonstrations devront en indiquer le sujet avant la fin du mois de juillet, afin que l'on puisse publier le programme des séances du Congrès. Dans le cas où il faudrait, pour les démonstrations, des appareils spéciaux qu'il serait dispendieux de transporter et qui pourraient déjà se trouver dans l'Université de Basilée, les collègues sont priés d'avertir le secrétaire prof. A. Mosso, qui prendra, en temps voulu, avec le professeur Miescher, les dispositions opportunes. Les communications pourront être faites dans toutes les langues, bien qu'il soit recommandé de se servir de préférence de la langue française.

Nous faisons des vœux pour que l'Italie soit dignement représentée à ce premier Congrès International des physiologistes et nous comptons sur la coopération de ceux qui se livrent avec zèle à l'étude de l'anatomie, de la pathologie et de la pharmacologie expérimentale, les priant de s'unir à nous pour l'heureux succès du Congrès.

Turin, 20 janvier 1889.

*Le Comité italien:*

Les Prof. P. ALBERTONI — G. ALBINI — A. CORONA  
G. FANO — L. LUCIANI — A. MORIGGLIA  
E. OEHL — G. PALADINO — G. PUGLIA — E. SERTOLI.

*Le Secrétaire*

A. MOSSO.



## **JOSEPH BELLONCI**

† 1<sup>er</sup> Juillet 1888.

---

Les lignes qui vont suivre sont consacrées à la mémoire d'un homme dont tous les instants ont été voués à la recherche et à la méditation. A son lit de mort il corrigeait encore les planches de son dernier travail, qui est en quelque sorte son testament scientifique.

Né à Forlì en 1855, Bellonci entra en 1873 à l'Université de Bologne: la nature de son esprit le portait surtout aux sciences spéculatives; sentant le besoin d'une connaissance plus profonde des sciences naturelles et, encouragé en cela par le Prof. Trinchese dont il fréquentait le laboratoire, il ne tarda pas à faire de ces études son occupation principale. Docteur en 1877, ses travaux lui font obtenir à plusieurs reprises, par concours, des subsides du gouvernement. Plus tard il est nommé assistant au laboratoire de Zoologie à Bologne, puis professeur à l'École supérieure d'Agriculture de Milan; enfin, en novembre 1883, titulaire de la chaire d'anatomie microscopique et d'embryologie, nouvellement fondée à l'Université de Bologne. Disposant maintenant d'un laboratoire indépendant, quelque modeste, Bellonci sut en faire un foyer fécond d'études et d'enseignement. Dans son activité fiévreuse, il semblait pressentir sa fin prochaine. Déjà gravement atteint, l'Académie des Lincei lui décernait le prix royal de 10.000 fr.; ce fut son dernier triomphe; il s'éteignit le 1<sup>er</sup> juillet 1888, après de longues souffrances, tandis que l'écho des fêtes centenaires retentissait encore dans l'Université.

Obéissant à un dernier désir de celui que nous ne regrettons pas moins comme ami que comme collègue, nous nous abstiendrons de

faire son éloge. Ses travaux parlent plus éloquemment que nos paroles ne sauraient le faire. Disons seulement que Bellonci n'a pas été rien qu'un chercheur; il était encore et surtout un penseur. La découverte d'un fait nouveau le préoccupait bien moins que les conséquences générales que l'on pourrait déduire de ce fait; aussi, à part de nombreuses recherches pour ainsi dire accessoires, son attention a été concentrée surtout sur une question principale: reconnaître les conditions essentielles de structure, qui rendent certains centres nerveux aptes à des fonctions sensorielles déterminées, et sa méthode consistait en la comparaison des organes ayant la même fonction chez des animaux phylogénétiquement très éloignés les uns des autres; p. ex. les arthropodes supérieurs et les vertébrés.

Esprit original et indépendant, au lieu de suivre le courant aujourd'hui dominant de la tendance phylogénétique en anatomie comparée, Bellonci faisait de l'anatomie au point de vue physiologique. Devenu naturaliste, il a conservé jusqu'au bout son tempérament de philosophe, disons même d'artiste, ne se perdant pas dans les détails et suivant à travers le labyrinthe des fibres nerveuses cérébrales son idée directrice. Ses travaux ont, par cela même, un cachet essentiellement personnel.

C. E.

### Liste des travaux publiés par J. BELLONCI.

1. 1878. Ricerche sul sistema nervoso centrale della *Squilla Mantis* (*Rend. Acc. Bologna*, 1878-79, pp. 88-97. 1 tav.).
2. — Morfologia del sistema nervoso centrale della *Squilla Mantis* (*Annali del Museo civico di storia naturale di Genova*. Vol. 12, pp. 518-545. 7 tav.).
3. — Il sistema nervoso e la coscienza. Bologna, 1879.
4. 1879. Sull'intima struttura del cervello dell'*Emys europaea* (*Rend. Acc. di Bologna*, 1879-80, pp. 16-20).
5. — Sull'intima struttura del cervello della *Rana esculenta* (*Lo Spallanzani*, luglio 1879).
6. — Ricerche intorno all'intima tessitura del cervello dei Teleostei (*Memorie Accad. dei Lincei* (3), vol. III, pp. 258-269. 6 tav.).
7. — Sull'origine del nervo ottico nel cervello dei pesci (*Rend. Acc. Bologna*, 1878-79, pp. 79-80).
8. — Sulla struttura del cervello dei pesci (*Ibid.*, pp. 97-100).

9. 1880. Ueber den Ursprung des Nervus opticus und den feineren Bau des Tectum opticum der Knochenfische (*Zeitschrift für wiss. Zool.*, XXXV. Bd., pp. 23-29. Taf. 1-2).
10. — Ricerche comparative sulla struttura dei centri nervosi dei Vertebrati (*Mem. Acc. Lincei* (3), vol. V, pp. 157-182. 1 tav.).
11. — Sui lobi olfattori del *Nephrops norvegicus* (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. I, pp. 420-431. 1 tav.).
12. — Ricerche istologiche sull'apparecchio digerente dello *Sphaeroma serratum* (*Mem. Acc. Lincei* (3), vol. X, 15 pag. 3 tav.).
13. 1881. Contribuzione all'istologia del Cervelletto (*Mem. Acc. Lincei* (3), vol. IX, pp. 45-48).
14. — Sistema nervoso e organi dei sensi dello *Sphaeroma serratum* (*Ibid.*, vol. X, pp. 91-103. 3 tav.).
15. — Sulla regione ottica cerebrale dei pesci e degli anfibii (*Rend. Acc. Bologna*, 1881-82, pp. 24-26).
16. — Ricerche istologiche e istogenetiche sullo strato molecolare interno della retina (*Ibid.*, pp. 26-27).
17. 1882. Contribuzione all'istogenesi e istologia dello strato molecolare interno della retina (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. III, pp. 597-605. 1 tav. — Résumé in *Arch. ital. Biol.*, t. III, pp. 196-97).
18. — Nuove ricerche sulla struttura del ganglio ottico della *Squilla Mantis* (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. III, pp. 419-426. 2 tav.).
19. — Intorno alla struttura e alle connessioni dei lobi olfattori negli Artropodi superiori e nei Vertebrati (*Mem. Acc. Lincei* (3), vol. XIII, pp. 555-564. 2 tav. — Résumé in *Arch. ital. Biol.*, t. III, pp. 191-196).
20. — Intorno al tetto ottico dei Teleostei (*Zoolog. Anzeiger*, 5 Jahr., pp. 480-83).
21. 1883. Sui lobi ottici degli uccelli (*Atti Soc. ital. sc. nat. Milano*, vol. XXVI, 6 pag. 1 tav., et *Arch. ital. Biol.*, t. IV, pp. 21-26. 1 pl.).
22. — Intorno alla formazione della linea primitiva e del solco primitivo nella gastrula dell'*Axolotl* (*Rend. Istituto lombardo*, Milano, pp. 591-596).
23. 1884. Intorno alla Cariocinesi nella segmentazione dell'uovo dell'*Axolotl* (*Mem. Acc. Lincei* (3), vol. XIX, pp. 3-8. 1 tav.).
24. — Blastoporo e linea primitiva dei Vertebrati (*Mem. Acc. Lincei* (3), volume XIX, pp. 83-125. 6 tav.).
25. 1885. Intorno al modo di genesi di un globulo polare nell'ovulo ovarico di alcuni mammiferi (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. VI).
26. — Sulla terminazione centrale del nervo ottico dei mammiferi (*Ibid.*, pp. 199-205. 1 tav.).
27. — Intorno ad un principio di segmentazione e ad alcuni fenomeni degenerativi degli ovuli ovarici del topo e della cavia (*Ibid.*).
28. — Intorno all'apparato olfattivo ed olfattivo-ottico nel cervello dei Teleostei (*Mem. Acc. Lincei* (4), vol. I, pp. 318-323).
29. — Del fuso direzionale e della formazione di un globulo polare nell'ovulo ovarico di alcuni mammiferi (*Rend. Acc. Lincei* (4), vol. I, pp. 285-293).

30. 1886. Sui nuclei polimorfi delle cellule sessuali degli Anfibi (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. VII, pp. 169-182. 2 tav.).
31. — Intorno al ganglio ottico degli Artropodi superiori (*Internat. Monatsch. Anat. Histol.*, 3. Bd., pp. 193-204. Taf. 7).
32. — Sulla spermatogenesi dei Vertebrati (*Rend. Acc. Bologna*, 1885-86, pp. 70-71).
33. — BELLONCI e A. STEFANI. Contribuzione all'istiogenesi della corteccia cerebellare. Memoria letta all'Acc. di Ferrara addì 8 luglio 1886, p. 2. Traduction in *Arch. ital. Biol.*, XI.
34. 1887. Sulle commissure cerebrali anteriori degli Anfibi e dei Rettili (*Mem. Acc. Bologna* (4), t. VIII, pp. 49-56. 1 tav.).
35. — Sullo strato linfoide periepatico di alcuni anfibi urodeli (*Rend. Acc. Bologna*, pp. 31-35).
36. 1888. Intorno alla divisione diretta del nucleo (*Rend. Acc. Bologna*).
37. — Ueber die centrale Endigung des Nervus opticus bei den Vertebraten (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, XLVII. Bd., pp. 1-46. 8 Taf.).

*Contribution à la biologie des Hépatiques.*  
*Mouvements hygroscopiques*  
*dans le Thallus des Hépatiques Marchantiées* <sup>(1)</sup>.

RECHERCHES du D<sup>r</sup> ORESTE MATTIROLO.

(Avec deux planches).

Les observations recueillies dans cette note ont pour but d'étudier un singulier phénomène qui intéresse la biologie et que l'on rencontre dans quelques genres d'*Hépatiques Marchantiées*. Le phénomène en question est intimement lié aux propriétés hygroscopiques inhérentes aux tissus végétatifs de ces *Bryophytes*. En vertu de ces propriétés, elles ferment avec la sécheresse et rouvrent avec l'humidité de l'atmosphère leur thallus, suspendant, en conformité avec ces mouvements, les fonctions physiologiques même pendant des périodes de temps très longues.

(1) *Malpighia*, année II, fasc. 5-6.

En herborisant aux environs de *Rodero* (Province de Côme) et précisément sur le *Monte di san Maffeo*, j'eus l'occasion d'observer sur une vaste échelle les faits qui nous intéressent présentement. Là où, dans les déclivités, entre les pierres, sur les murs exposés au midi, je trouvais en très grande abondance, après la pluie, la *Grimaldia dichotoma* Raddi, je n'arrivais plus à la voir dans les mêmes endroits, après une longue période de sécheresse. Frappé de cette étrange disparition, je résolus d'en étudier les causes, et je reconnus bientôt, que la *Grimaldia* ne disparaissait nullement de son point de station, mais que, avec la sécheresse atmosphérique, son thalle diminuait considérablement de volume et se repliait de telle sorte, que la superficie supérieure verte se trouvait cachée, par ce fait, dans le recroquillement des bords libres recouverts par les écailles noires, et que le thalle ainsi replié (voir Pl. I, fig. 6-7) le long de la ligne axile et rapetissé apparaissait comme une petite ligne obscure qui se distinguait à peine du terrain environnant.

Jusqu'ici, ce phénomène n'avait été que superficiellement observé par quelques auteurs qui se sont occupés de la systématique et de l'anatomie des Hépatiques (1). Dans un examen plus attentif j'ai étudié les points suivants: — Structure anatomique du thallus végétant. — Siège du mouvement. — Cause du mouvement. — Modifications produites dans les éléments et dans les tissus. — Explication mécanique de ce mouvement. — Quelles sont les Marchantiées douées de mouvement dans le thallus. — Sa valeur biologique. — Comparaison avec les phénomènes analogues connus dans le règne végétal.

Les observations furent faites sur de nombreux exemplaires vivants (provenant de la localité mentionnée ci-dessus) de *Grimaldia dichotoma* Raddi, étendues ensuite et contrôlées sur des matériaux vivants ou desséchés des genres compris par Gottsche, Lindenberg et Nees parmi les *Marchantiées* (2), dans leur classique *Synopsis Hepaticarum* (3).

---

(1) BISCHOFF, *Bemerkungen über die Lebermoose*, Vol. Ak., XVII, Part. II, 1835. Pag. 1031, parlant de la *Grimaldia barbifrons*, Bisch. s'exprime ainsi: « Frons insignita est singulari, forti, balsamico odore, qui et planta sicca permanet ejusque inventionem in statione tunc quoque sublevat, quum tempore calido exsiccata rix oculis agnoscenda est ».

(2) GOTTSCHÉ, LINDBENBERG et NEES AB ESENBECK, *Synopsis Hepaticarum*. Hamburgi, 1844, pp. 509 à 577.

(3) J'adresse ici mes remerciements aux proff. Gibelli, Pirotta, Massalongo et

*Structure anatomique du Thallus.* — Au point de vue anatomique, le thallus de la *Grimaldia dichotoma* Raddi ne présente pas de notables particularités de structure.

Comme les *Marchantiées* en général, si uniformes dans l'ensemble de leurs caractères végétatifs, la *Grimaldia* est douée d'un thalle étendu horizontalement sur le terrain, protégé par des écailles de couleur violacé-obscur dans la partie ventrale pourvue des deux sortes de rhizoïdes. Dans l'épaisseur des tissus de la partie dorsale le thalle est, au contraire, muni de cavités aérifères communiquant avec l'air ambiant par de nombreux stomates simples qui traversent son épiderme supérieur (voir Pl. I, fig. 1).

Afin d'éviter d'inutiles répétitions, j'indique de suite que, pour tout ce qui regarde l'origine des éléments, leur accroissement, le mode de ramification du thalle, je me reporte aux travaux de Bischoff (1), Hofmeister (2), Goebel (3), Voigt (4), etc., et spécialement à ceux de Leitgeb (5), dont j'ai pu exactement confirmer les conclusions avec l'aide de ses précieuses observations. En conséquence nous limiterons l'examen anatomique aux seules productions normales du thalle végétant, et nous le ferons en l'adaptant au point de vue qui nous intéresse dans notre étude.

Dans le thalle végétant de la *Grimaldia* nous pouvons distinguer trois couches principales que nous désignerons par les noms suivants:

1° *Couche épidermoïdale* (*Epidermis*, Voigt).

2° *Couche assimilatrice* (*Chlorophyllhaltige-Schicht*, Voigt). Ces

Klebs, pour leur gracieux concours et pour les matériaux qu'ils ont bien voulu mettre à ma disposition pendant la durée de ce travail.

(1) BISCHOFF, loc. cit., 1835.

(2) HOFMEISTER, *Vergleichende Untersuchungen der höheren Kryptogamen* Leipzig, 1851.

(3) GOEBEL, *Lehrbuch der Botanik* von J. Sachs. 4<sup>e</sup> édition, Leipzig, 1892.

(4) VOIGT, *Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Marchantiaceen*. B. Zeit., 1879, n. 46-47).

(5) LEITGEB, *Untersuchungen über die Lebermoose*, VI. Heft. Graz, 1881. — *Die Athemöffnungen der Marchantien* (Berich. d. Wien. Ak., 1880).

Dans tous ces travaux, outre la partie bibliographique, le lecteur pourra trouver tous les détails anatomiques désirables. Dans la *Grimaldia*, l'accroissement a lieu au moyen de cellules apicales qui se trouvent au fond d'une sinuosité marginale du thallus (Scheitelbucht, Leitgeb) masquée par la saillie des écailles. La ramification a lieu par dichotomie apicale ou par le moyen d'une gemmation qui se développe dans la partie ventrale du thallus.

deux couches correspondent à la *Luftkammerschicht und Athemöffnungen* de Leitgeb.

3° *Couche mécanique* (*Chlorophyllfreie-Schicht*, Voigt). A celle-ci se rapportent les couches indiquées par Leitgeb sous les noms de *Interstitientes Gewebe und centrale Rindenschicht*.

*Couche épidermoïdale.* — L'épiderme de la *Grimaldia dichotoma* est formé d'une seule couche de cellules (Pl. I, fig. 1 E), recouverte d'un mince voile cuticulaire (de l'épaisseur de 1 à 2 microm.) résistant à l'action de l'acide sulfurique et de l'acide chromique, comme c'est le caractère de la cuticule typique, dont il manifeste toutes les réactions. Le voile cuticulaire présente fréquemment de très fines granulations. Le processus de cuticularisation s'étend légèrement jusqu'aux membranes des cellules qui circonscrivent, vers les cavités aërières, les ouvertures stomatiques. La cuticule, dans les individus bien développés, est facilement visible à cause de sa coloration jaune-clair.

Les cellules épidermoïdales sont de forme polyédrique (Pl. II, fig. 1) avec les parois latérales droites, les supérieures et les inférieures au contraire légèrement arquées; vers la partie axile du thallus elles ont les plus grandes dimensions (environ 30 microm.) et les parois généralement normales à la surface supérieure du thallus, tandis que vers les bords elles prennent des proportions plus faibles et sont, le plus souvent, obliquement directes.

Entre les cellules, dans leurs angles de contact, on remarque des épaississements particuliers qui donnent au tissu épidermique l'apparence comme d'un tissu collenchymateux (voir fig. 9, Pl. I, fig. 7, Pl. II). Ces épaississements, parfois, ne se limitent pas exactement aux angles de contact des éléments, mais ils s'étendent d'une manière uniforme tout autour des cellules.

Les dépôts que nous avons figurés, tant en sections longitudinales qu'en sections tangentielles (voir Pl. II, fig. 1-7, Pl. I, fig. 9-10) et dont nous aurons ensuite à nous occuper, donnent aux éléments épidermoïdaux le double avantage d'une grande rigidité des arêtes jointe à une grande capacité de se plisser, les parois supérieures et inférieures étant normales et non épaissies.

Dans les cellules épidermoïdales, on peut reconnaître un nucléus, des granulations plasmatiques, avec de rares corps chlorophyllins, du suc cellulaire, des granules d'amidon et, assez fréquemment, ces corps

spéciaux oléagineux (Oelkörper) étudiés par Pfeffer (1) et caractéristiques des Hépatiques.

Les stomates sont très simplement conformés (2); durant les processus de leur formation, les parois mitoyennes parallèles à la superficie de l'épiderme manquant, le vestibule caractéristique des stomates des genres *Marchantia* et *Pretssia* parmi les *Hépatiques Marchantiées* fait nécessairement défaut. Vers le *pore* ou point d'ouverture stomatique, l'épiderme se soulève légèrement en manière de cupule et ses cellules deviennent toujours plus petites à mesure qu'elles se rapprochent de la limite d'ouverture qu'elles entourent comme de cercles concentriques (3) (Pl. II, fig. 1). Pour tout ce qui a rapport à l'origine et aux développements des stomates et des cellules épidermoïdales en général, je ne m'arrêterai point ici à répéter tout ce qu'ont déjà écrit Leitgeb et Voigt parmi les autres; je rappelle seulement que d'après les calculs de Voigt (que j'ai pu contrôler) on ne rencontre pas plus de 6 à 10 ouvertures stomatiques dans le champ de vision du microscope (4). Les réactions chimiques (eau iodée, chlorure de zinc iodé, iode et acide sulfurique, Réactif de Schweizer, Hydrate de potasse, Acide sulfurique et chromique, Aniline, Floroglucine, Carbazol, Chlorure d'Aniline etc.) démontrent clairement que la substance qui compose la membrane des cellules épidermoïdales et les dépôts d'épaississement n'est pas formée de vraie cellulose, mais bien de cellule modifiée correspondant par ses caractères microchimiques au groupe des celluloses mucifiables (*verschleimende-Cellulose*). Le Chlorure de zinc iodé parvient encore dans quelques cas (pas toujours) à donner une pâle coloration. — Au contraire, la coloration de l'acide sulfurique avec l'iode est constante.

*Couche assimilatrice.* — La couche assimilatrice est comprise entre l'épiderme, dont elle se distingue nettement, et la couche mécanique avec laquelle elle se continue insensiblement (Pl. I, fig. 1 A).

Dans cette couche, les chambres d'air libre, propres à d'autres genres de *Marchantiées*, font défaut (5). Là, le tissu assimilateur ap-

(1) PFEFFER, *Flora, Bot. Zeit.*, 1884.

(2) Ils correspondent aux stomates simples. *Einfache Oeffnung, einfache Atmungsöffnung* de Leitgeb, p. 12, loc. cit.

(3) Voyez les figures de Voigt spécialement, loc. cit.

(4) Voyez la méthode employée par Voigt, loc. cit.

(5) LEITGEB, loc. cit., p. 13.



paraît comme irrégulièrement traversé par un système de concamérations d'ampleur différente. En effet des parois mêmes (1) des chambres (parfaitement reconnaissables dans les thalles jeunes) se développent en elles des séries linéaires de cellules qui les divisent sans règle en de très nombreux compartiments incomplets. Il en résulte en conséquence, au terme du développement, un nombre de concamérations incomplètes de beaucoup supérieur au nombre des stomates.

Les colonnes cellulaires assimilatrices envoient des saillies latérales, et se terminent librement dans les cavités aérifères au dessous de l'épiderme. Elles présentent dans leurs éléments presque confervoïdes de nombreux granules chlorophyllins (dans lesquels se rencontrent les mouvements typiques), des noyaux, du matériel plasmatique et dérivés (amidon), des sucs cellulaires etc. Leurs membranes sont caractérisées par les mêmes propriétés chimiques que les membranes des cellules épidermoïdales. Elles ne se colorent avec le chlorure de zinc iodé que d'une manière peu évidente, mais, comme celles-ci, elles prennent au contraire une intense coloration avec les préparations iodiques et avec l'acide sulfurique; elles démontrent, en somme, par l'ensemble des réactions microchimiques indiquées ci-dessus, qu'elles sont également formées de cellulose modifiée et mucifiable et par conséquent douées par excellence de la propriété de se regonfler avec l'eau. Dans ces cellules on rencontre les corps oléagineux que nous avons déjà observés dans les cellules épidermoïdales.

Par rapport à la forme même du thallus, les colonnes assimilatrices, qui occupent la portion centrale, sont dirigées normalement à la superficie épidermoïdale, tandis que les colonnes latérales sont obliquement dirigées de la partie axile vers le bord libre supérieur.

*Couche mécanique* (2). — La couche mécanique dont les cellules ne sont cependant pas complètement dépourvues de granules chloro-

1. Surtout de la paroi qui se continue avec le tissu assimilateur.

(2) Pour éviter toute équivoque, nous faisons observer que, en désignant sous ce nom, que les critères anatomiques pourraient faire juger impropre, ce tissu qui, autrement, pourrait être appelé *moteur*, notre but a été de ne point introduire de termes nouveaux et de signaler la concordance de fonctions qui se manifeste d'une manière évidente entre ce tissu et le tissu mécanique proprement dit des végétaux supérieurs, dans lesquels se manifestent des phénomènes analogues (Graminées). Le tissu moteur des Hépatiques Marchantiées est l'exact représentant du tissu mécanique.

phyllins, spécialement dans le trait qui se continue avec le tissu assimilateur, est caractérisée d'une manière particulière par la forme de ses éléments non plus allongés mais presque sphériques ou légèrement polyédriques, étroitement unis entre eux (Pl. I, fig. 1 M), et par conséquent dépourvus de méats intercellulaires. Noyaux, plasma et granules chlorophyllins peu nombreux, granules d'amidon, spécialement dans les thalles en pleine végétation, et corps oléagineux se rencontrent normalement dans la cavité cellulaire.

Les cellules, qui occupent la partie supérieure de la couche mécanique, ont des membranes très minces, quelquefois légèrement épaissies aux angles; celles qui, à l'extérieur, confinent aux éléments corticaux, ont au contraire une paroi plus épaisse et se continuent ensuite insensiblement avec les couches fortement cuticularisées, où prennent origine les écailles violet-obscur qui revêtent et défendent la surface ventrale du thallus, et les filaments rhizoïdes caractéristiques (à membrane lisse et à membrane présentant des épaississements punctiformes) des Marchantiées, qui se développent dans la région axiale de la partie ventrale en contact direct avec le terrain.

Les agents chimiques, eux aussi, démontrent la différence qu'il y a entre les couches corticales et les couches internes du tissu mécanique.

Les membranes des éléments des couches internes à paroi mince prennent presque toujours une coloration légèrement violacée lorsqu'elles sont traitées par le chlorure de zinc iodé; elles se colorent en bleu avec l'iode et l'acide sulfurique, tandis qu'elles ne se colorent pas avec le chlorure d'aniline, avec la Floroglucine, avec le Carbazol etc. et qu'elles se détruisent au contraire dans l'acide sulfurique et dans l'acide chromique. Elles montrent ainsi qu'elles sont constituées de cellulose typique mucifiable et extrêmement sensible à l'action de l'eau quand elles se trouvent à l'état de sécheresse.

Les cellules des couches corticales et les éléments constitutifs des écailles colorées en (Pl. II, fig. 6) violet obscur répondent, au contraire, très diversement aux agents chimiques avec lesquels on les éprouve; ils résistent à l'action de l'acide chromique et de l'acide sulfurique en se montrant fortement cuticularisées.

Nous verrons plus loin quelle est la valeur mécanique résultant de cette différence des éléments qui forment dans son ensemble ce que nous avons appelé la couche mécanique dans la *Grimaldia dichotoma* et

dans les espèces des genres voisins dont nous aurons à parler à propos des mouvements hygroscopiques du thallus.

Pour tout ce qui a rapport à l'origine, au mode de développement de ces éléments cellulaires, nous renvoyons le lecteur aux travaux cités ailleurs.

Il importe de noter ici la présence de colonies de *Nostochinées* dans les éléments de cette couche (Pl. I, fig. 8), et que je trouvais assez fréquemment dans beaucoup d'individus sans qu'on observât, dans les cellules voisines de celle ou de celles où se trouvait le parasite, aucun symptôme de réaction provoquée par sa présence. Les colonies de *Nostochinées*, dans certains lieux de station, étaient très fréquentes sur la surface du sol. C'est un nouveau cas de symbiose à ajouter à ceux qui ont été observés et décrits dans d'autres Hépatiques (*Anthoceros*, *Blasia*) par Jancewsky (1) et par Hooker; dans la *Gunnera* et dans les *Cycas* par Reinke (2), dans l'*Azolla* par Strassburger (3) et par De Bary (4), aux travaux desquels je me reporte.

*Siège du mouvement.* — La structure anatomique du thallus de la *Grimaldia* végétante ainsi connue, il importe maintenant d'étudier le mécanisme du mouvement et, tout d'abord, de rechercher le siège anatomique de ce mouvement.

Dans ce but j'opérai de la manière suivante:

Les frondes de *Grimaldia* végétantes, préalablement nettoyées avec soin de la terre qui les couvrait, étaient portées dans un exsiccateur, où, au bout de très peu de temps, elles opéraient leur mouvement de fermeture. Le thallus se replie dans l'exsiccateur de la même manière que dans les conditions naturelles, de telle sorte que, en moins d'une heure, mais plus ou moins rapidement selon les cas (suivant la plus ou moins grande quantité d'eau), les bords libres se relevant

(1) JANCEWSKY, *Zur parasitischen Lebensweise des Nostoc lichenoides* (Bot. Zeitung, 1872, n. 5). — Le parasitisme du *Nostoc lichenoides* (Ann. scient. nat., Série 5, t. XVI, 1872).

(2) REINKE, *Morphologische Abhandlungen*. Leipzig, 1873.

(3) STRASSBURGER, *Ueber Azolla*. Jena, 1873.

(4) A. DE BARY, *Die Erscheinung der Symbiose*. Strassburg, 1879; G. KLEBS, *Ueber Symbiose ungleichartiger Organismen* (Biologisches Centralblatt, vol. II, n. 10; MATTEIROLLO, *La Simbiosi nei vegetali* (Rivista di filosofia scientifica, 3<sup>re</sup> année, n. 1).

vers la ligne axile, il reste absolument fermé dans les modes indiqués par les figures (Pl. I, fig. 2 à 5). La surface verte n'est plus visible, et à sa place la partie ventrale qui devient ainsi externe, se montre recouverte des caractéristiques écailles colorées en violet-obscur (Pl. I, fig. 1 S). Toute la fronde, d'abord élargie, verte, se réduit, le mouvement une fois terminé, à une ligne obscure brillante ayant de minimes dimensions en comparaison de celles du thallus végétant ouvert.

Que l'on note cependant que, la fermeture étant opérée, les bords se recouvrent et s'unissent étroitement entre eux sur un bref parcours, et que les écailles obscures, lesquelles normalement font saillie sur le bord libre du thalle, rendent la fermeture plus complète en s'entrelaçant ou en s'appliquant contre la surface externe de l'écaille du côté où la courbure est plus accentuée.

Pour arriver ensuite à déterminer le point précis où le mouvement dont il s'agit a son siège, j'opérai des éliminations appropriées des éléments constitutifs du thallus et j'observai :

1° Que le mouvement se maintenait typique et constant, même lorsque j'exportais toute la surface, ou mieux, la couche épidermoïdale :

2° Que le mouvement demeurerait typique et constant alors même que, avec la couche épidermoïdale, j'exportais aussi tout le tissu assimilateur ;

3° Que la couche épidermoïdale, affranchie de ses rapports normaux avec les tissus sous-jacents, et transportée dans l'exsiccateur, se desséchait en se ridant irrégulièrement, sans présenter le mouvement caractéristique de courbure tel qu'on l'observe sur elle dans l'individu intact ;

4° Que la couche épidermoïdale unie à la couche assimilatrice se ridait, dans l'exsiccateur (comme dans les conditions naturelles) irrégulièrement dans le mode indiqué et sans les courbures typiques.

De ces observations, je fus donc rationnellement amené à déduire que le siège du mouvement du thallus dans la *Grimaldia* réside dans les éléments de la couche mécanique, laquelle, même séparée des autres couches, opérait toujours le mouvement typique de fermeture. Les observations de contrôle, répétées à de nombreuses reprises, en faisant passer le matériel préparé de l'état de sécheresse à l'état d'humidité et vice versa, m'amènèrent aux mêmes conclusions : savoir, que le siège du mouvement réside dans le tissu mécanique et que les autres tissus, quoique éminemment hygroscopiques, n'ont pas d'in-

portance absolue dans le mécanisme du mouvement. Toutefois, tandis que la couche assimilatrice, par ses propriétés, peut encore favoriser le mouvement total, la couche épidermoïdale, au contraire, subit passivement l'influence de la couche mécanique, comme nous le verrons plus loin en étudiant les modifications que subissent les éléments des tissus dans les moments principaux où se manifestent l'élargissement et la fermeture du thallus.

J'ajoute encore que j'obtins les conclusions rapportées ci-dessus tant dans mes expériences sur du matériel vivant que sur du matériel depuis longtemps conservé en herbier, et dans lequel, par conséquent, était absolument exclue toute influence de forces vitales.

*Cause du mouvement.* — La cause du mouvement n'est liée à aucune des propriétés vitales de l'individu; les différences de turgescence active qui rentrent dans les fonctions des tissus vivants, ne concourent pas essentiellement à expliquer la raison de ce mouvement qui se manifeste tant dans les individus vivants que dans les individus morts et desséchés.

Le phénomène en question dépend exclusivement de la propriété des membranes cellulaires mucifiables capables d'un gonflement exagéré au contact de l'eau, comme le mettent hors de doute les observations suivantes :

Le mouvement a lieu indifféremment à la lumière et dans l'obscurité.

Le mouvement a lieu en présence des liquides aqueux qu'on emploie le plus communément pour arrêter les fonctions vitales.

Dans l'alcool commercial comme dans l'alcool absolu, alors qu'il est additionné de quelques volumes d'eau (1), le mouvement a lieu soit dans les individus secs mais vivants, soit dans les individus morts et conservés depuis longtemps.

Qu'il suffise de rappeler ici que le mouvement typique fut toujours obtenu dans ces conditions même chez des individus de *Targionia Michellii* Corda, recueillis par Allioni en 1795! (2).

Dans l'eau iodée comme aussi dans les solutions aqueuses de deutochlorure de mercure, on remarque que le mouvement est très rapide

(1) Avec neuf parties d'alcool absolu et une d'eau, les frondes sèches de *Grimaldia* s'ouvrirent, mais non entièrement, après une demi-heure.

(2) Conservés dans son herbier, maintenant propriété du Jardin R. de botanique de Turin.

et typique, ce qui suffit bien à prouver qu'il est absolument étranger aux propriétés vitales de l'organisme végétant et qu'il est simplement lié (comme le démontre aussi le manque de mouvement dans l'alcool absolu) aux propriétés de la cellulose éminemment mucifiable, dont sont composées les membranes des éléments de la couche mécanique.

La résistance au liquide de Schweitzer, le mode de se comporter avec le chlorure de zinc iodé, avec les préparations iodiques et avec l'acide sulfurique, avec la floroglucine, le Carbazol, les acides sulfurique et chromique etc. etc., démontrent abondamment leur nature, laquelle est la seule cause absolue du mouvement.

*Modifications des éléments et des tissus durant les mouvements hygroscopiques.* — Après avoir examiné le siège et la cause du mouvement, il importe maintenant de connaître quelles sont les modifications principales que subissent le thallus et les éléments qui le composent, durant les alternatives de sécheresse et d'humidité.

Pour mesurer d'abord dans leur ensemble les modifications de forme et de volume général du thalle dans les deux états, j'opérai de la manière suivante :

Les sections faites transversalement sur du matériel desséché étaient dessinées exactement avec la chambre claire de Nachet (en les observant dans de l'huile et en les plaçant directement sous un couvre-objet), et elles étaient ensuite transportées dans une goutte d'eau où on les laissait une vingtaine de minutes, jusqu'à ce qu'elles fussent complètement regonflées (1). En employant le même moyen on opérait le dessin exact du thallus élargi. Les contours des deux dessins étaient ensuite développés avec le *curvimètre* ordinaire et mesurés avec le double décimètre. Chacune des observations, répétée pour 15 cas et consignée sur un tableau (2) (que nous omettons ici par brièveté), et le calcul de la *percentuelle* d'allongement nous donnent une idée assez exacte des allongements totaux que subissent les contours et le diamètre du thallus, et permettraient même de calculer, jusqu'à une certaine approximation, avec toute facilité, les

(1) On tenait les sections dans l'eau pendant tout ce temps afin que le mouvement, qui cependant se manifeste instantanément dans les sections, pût être absolument complet. A l'état naturel au contraire, sur les frondes où l'eau arrive lentement par diffusion, il faut de 20 minutes à une heure, selon le cas, pour que le thallus soit ouvert et élargi.

(2) Voir le travail original, p. 14.

augmentations de volume. D'après ces observations, la moyenne d'allongement de la couche épidermique supérieure est de 65,47 %, celle de la couche corticale externe est de 20,14 % et celle du diamètre *maximum* du thallus de 71,87 %.

Les percentuelles ainsi obtenues nous démontrent donc que le thallus se regonfle dans tous les sens, mais non d'une manière uniforme, quand, de l'état de sécheresse, il passe à l'état d'humidité.

Après avoir obtenu ces résultats d'ensemble, je soumis les sections à un examen plus détaillé pour calculer les différences d'allongement dans le diamètre vertical de chaque couche.

Les mensurations furent faites directement avec le micromètre oculaire. Voici quelle fut la moyenne d'allongement :

Couche épidermoïdale 0,00 %, — couche assimilatrice 61,63 %, — couche mécanique 119,63 %.

Les résultats percentuels (rapportés en détail dans un second tableau (1) que nous omettons également pour plus de brièveté) viennent confirmer expérimentalement les observations faites antérieurement au sujet du siège du mouvement. En effet : tandis que les cellules de la couche épidermoïdale ne varient presque pas dans les dimensions de leur diamètre vertical et s'élargissent seulement dans le diamètre transversal, dans le passage du sec à l'humide, suivant en cela la loi démontrée spécialement par les travaux de Naegeli (2), nous voyons que la couche assimilatrice (dont il est impossible de marquer les limites nettes vers le tissu mécanique) subit déjà une forte rétraction avec la sécheresse, et que le *maximum* de rétraction au contraire s'observe précisément dans les éléments mécaniques capables de s'allonger dans leur ensemble et instantanément même dans quelques cas de 170 à 144 % quand on porte les sections dans une goutte d'eau.

On peut étudier les modifications subies par les éléments des diverses couches en examinant directement, dans de l'huile d'amande ou d'olive, les sections faites sur du matériel sec, ou en faisant arriver (sous le microscope) une légère couche d'eau sur les sections ; par ce moyen, on saisit les modifications successives que subissent les éléments.

(1) Voir le travail original, p. 15.

(2) NAEGLI, *Botanische Mittheilungen*, vol. II, 1886. München, pp. 88 et suiv.

En général, avec l'exsiccation, les éléments cellulaires s'affaissent fortement et particulièrement ceux du tissu mécanique; leur corps plasmatique en se contractant devient trouble, opaque, épais, évidemment plus obscur que dans l'état normal de turgescence. Les parois des cellules (spécialement de la couche assimilatrice) se crispent, se replient irrégulièrement. Les contours des granules chlorophyllins ainsi que le contenu cellulaire en beaucoup de points ne sont plus reconnaissables, parce qu'ils sont serrés, confus dans le corps plasmatique. Sur les points où le sac plasmatique contracté n'adhère plus exactement à la membrane, on observe, dans la cavité cellulaire, la présence d'air, comme l'a constaté aussi Schröder (1) dans des cas analogues de tissus vivants mais desséchés.

Avec l'eau, instantanément quasi, les cellules se gonflent, les membranes pliées se redressent, les bulles d'air contenues dans la cavité cellulaire sont chassées, parce que les cellules elles mêmes réacquièrent rapidement leur turgescence normale, et le plasma reprend ses propriétés, comme le prouvent les phénomènes de plasmolyse que les solutions salines et sucrées peuvent rappeler de nouveau en lui, et comme nous le prouvent les mouvements des granules chlorophyllins que l'on peut obtenir au bout de quelque temps en variant les intensités lumineuses (2).

Les cellules de la couche épidermoïdale épaissies en manière de collenchyme (dans le mode décrit), tout en ayant une grande rigidité des arêtes (3), conservent cependant une notable capacité de se plisser dans les membranes qui demeurent relativement minces. Ces cellules peuvent donc suivre avec toute facilité les mouvements de fermeture et d'élargissement du thallus, pliant et développant de nouveau les membranes non épaissies, dès que la turgescence renaît avec l'humidité, sans que cela puisse occasionner leur rupture.

On peut exactement comparer le mouvement que nous observons dans les cellules de l'épiderme de la *Grimaldia* aux mouvements

(1) SCHRÖDER, *Ueber die Austrocknungsfähigkeit d. Pflanzen* (*Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen*, vol. II, fasc. 1, p. 1).

(2) PFEFFER, *Pflanzenphysiologie*, vol. II, p. 392 — *Bewegung der Chloroplastkörper*. — Voir les travaux de STAHL et littérature de la question.

(3) Ces cellules possèdent les propriétés des cellules collenchymateuses décrites par Ambronn, *Ueber die Entwick. und die mechanischen Eigenschaften des Collenchyms*, dans les *Pringsh. Jahrb.*, XII, 1879-1881, p. 473.



que l'on observe dans le soufflet d'un accordéon lorsque, alternativement, il s'allonge ou se replie.

L'examen des figures 1, 2, 3, 4, 5 de la planche II, ou mieux encore, un regard donné à une section sur laquelle on fait arriver un peu d'eau sous le microscope, démontrent, d'une manière très évidente, ce curieux processus qui a lieu sous l'influence de la contraction et de l'élargissement des éléments de la couche mécanique.

Ensuite, que le mouvement de l'épiderme soit passif et qu'il ne puisse avoir une importance active dans les phénomènes de fermeture du thallus, c'est ce que démontrent les observations rapportées ci-dessus et la constatation de ce fait, que la couche épidermoïdale affranchie de ses rapports normaux avec les couches sous-jacentes, se fronce irrégulièrement, mais ne se ferme pas comme cela arrive au contraire dans le thallus normal.

Avec l'exsiccation, les éléments de la couche assimilatrice se modifient, spécialement en ce qui a rapport à leur diamètre transversal. Ils s'affaissent fortement, et les colonnes résultant de leur superposition se resserrent tellement que, dans les sections pratiquées sur du matériel desséché, tout le tissu assimilateur apparaît comme spongieux.

Dès que les sections sont humectées, on remarque qu'il se produit en elles un regonflement instantané des éléments cellulaires, en vertu duquel les cellules reprennent leurs formes et leurs relations normales, l'air qui se trouvait en elles disparaît, et la couche apparaît telle que nous l'avons décrite.

Les cellules de la couche mécanique se trouvent, elles aussi, réduites, par l'exsiccation, dans tous leurs diamètres, et la couche desséchée apparaît presque comme homogène, de telle sorte qu'il devient difficile de différencier les membranes de chacune des cellules.

Notons cependant que les éléments corticaux, qui donnent origine aux écailles colorées en violet obscur, étant formés de matériaux cuticularisés, ne s'altèrent presque pas par l'exsiccation, et que, dès lors, par rapport aux facultés hygroscopiques, nous devons distinguer, dans la couche mécanique, deux systèmes d'éléments ayant des propriétés différentes :

Le système formé par les cellules à membranes minces et mucifables occupant l'épaisseur de la couche, est éminemment hygroscopique :

Le système cortical résistant, au contraire, à cellules avec membrane épaissie et cuticularisée (spécialement dans leur partie externe).

occupe la périphérie de la couche, se continue avec les écailles et est complètement privé de valeur hygroscopique.

*Explication mécanique du mouvement.* — Le mouvement, comme le prouvent amplement les observations faites, a donc son siège dans le tissu mécanique, et il y est en dépendance de la différente valeur des propriétés hygroscopiques des éléments qui le composent.

La raison mécanique du phénomène ressort clairement de l'exacte connaissance de ces propriétés du tissu mécanique (certifiées d'ailleurs par les multiples réactions chimiques rapportées plus haut), composé de deux systèmes cellulaires, l'un, l'interne, de beaucoup plus développé et plus susceptible de regonflement; l'autre, l'externe, peu ou point mucifiable.

En étudiant les altérations de forme que subit dans son ensemble le thalle de la *Grimaldia*, lorsque, à l'état de sécheresse, on le transporte dans l'eau, on voit qu'on peut, jusqu'à un certain point, les comparer à ce qui arrive pour deux lames métalliques soudées ensemble par une de leurs superficies et faites de substances différentes, courbées de manière à ressembler dans leur contour à celui de la section de notre thallus à l'état sec.

Supposons que ces deux lames aient une épaisseur initiale assez petite relativement à leur longueur, et que la lame interne soit beaucoup plus dilatable que la lame externe. En chauffant le système (et dans ce cas le chauffage peut être comparé d'une manière éloignée à l'opération de baigner) la déformation qui en résulte est réglée par cette loi, que, dans chaque élément du système, la force qui naît de la dilatation thermique fait équilibre à la force d'élasticité propre du système même; les lames, en se dilatant (la lame interne beaucoup plus que l'autre), invariablement unies comme elles le sont, se distendent, s'ouvriront et prendront peu à peu la forme élargie d'une coupe.

Pour traduire cette loi en langage absolument précis, comme serait le langage mathématique, il faudrait une connaissance, plus complète que celle que nous avons, des forces liées aux modifications de forme qui entrent en fonction dans l'acte où se développe le phénomène et dont on devrait tenir un compte strict pour arriver à une explication mathématique satisfaisante.

*Quelles sont les Marchantiées douées de mouvements hygroscopiques.* — Les observations exposées jusqu'ici ont rapport à la *Grimaldia dichotoma* Raddi; mais ce n'est pas l'unique espèce parmi

les Marchantiées dans laquelle on observe les mouvements hygroscopiques décrits.

L'étude de contrôle faite avec des matériaux vivants et des matériaux desséchés nous a fait connaître que, parmi les *Marchantiées*, les mouvements hygroscopiques du thalle sont une propriété caractéristique de beaucoup d'espèces appartenant à des genres différents, et qu'ils sont typiques dans les formes munies d'écailles brunes à la superficie ventrale, vivant dans des lieux arides, sur les montagnes, dans des stations exposées au soleil, entre les roches et entre les pierres des murs, comme nous avons pu nous en convaincre en recherchant leur « *habitat* » dans les traités, dans les Flores, dans les Catalogues et dans les échantillons d'herbier. La revue des espèces examinées comprises dans les genres maintenus par Gottsche, Lindenberg et Nees dans leur *Synopsis Hepaticarum* servira à généraliser le fait important observé et dont la valeur biologique sera discutée plus loin. Les recherches furent faites en transportant directement dans les exsiccateurs les frondes végétantes ou celles provenant de matériel desséché, mais qui, d'abord soumises à l'action prolongée de l'humidité, avaient repris leur forme caractéristique.

On acquerrait la certitude de leur vitalité en cultivant les individus après les expériences et en traitant leurs cellules (après les avoir transportés dans l'eau) par des solutions salines et sucrées pour provoquer en eux les phénomènes plasmolytiques.

Il résulte de ces observations que, aux thalles de conformation analogue (bien que particuliers à des espèces regardées sous d'autres rapports comme séparées des systématiques) vivant dans des conditions analogues de station, correspondent des propriétés hygroscopiques analogues, et que, parmi les Marchantiées, les genres *Grimaldia*, *Targionia*, *Fimbriaria*, *Reboulia*, *Plagiochasma* présentent des mouvements typiquement comparables à ceux qui ont été décrits dans la *Grimaldia dichotoma* (1).

*Valeur biologique des mouvements hygroscopiques dans les Hépatiques.* — Après avoir examiné et discuté les causes anatomiques et mécaniques du mouvement hygroscopique des Hépatiques Marchantiées, nous devons maintenant nous occuper de sa valeur biologique.

---

(1) Pour tout ce qui se rapporte à l'examen histologique des genres compris parmi les Marchantiées, voir le travail original, de la p. 21 à la p. 28.

Ainsi que nous l'avons déjà observé à la surface ventrale des Hépatiques hygroscopiques, nous trouvons, comme caractère constant, la présence d'écailles plus ou moins développées, colorées le plus souvent en violet-obscur, persistantes (1), cuticularisées, capables en somme, dans l'ensemble de leur structure, de fournir un appareil protecteur très robuste au thallus d'où ils tirent leur origine.

Dans l'état normal de végétation, lorsque l'ambiant est suffisamment humide, le thallus reste étendu sur le sol auquel il est lié par les rhizoïdes, et les écailles brunes sont tournées vers le sol.

Dans l'état de sécheresse atmosphérique, au contraire, les parties latérales du thallus s'élèvent et se replient, ses bords libres viennent se toucher et se couvrir en partie vers la ligne axile du thalle, et alors les écailles viennent couvrir et sont capables de protéger entièrement la surface externe du thallus.

Dans l'état normal de végétation, la surface épidermoïdale munie de stomates et tout le système assimilateur se trouvent directement exposés à l'action de la lumière, et les fonctions, par conséquent, s'accomplissent normalement, de même que, normalement aussi, ont lieu les mouvements des granules chlorophyllins, les échanges des gaz, la formation des éléments nouveaux..., en un mot, les phénomènes de rechange des matériaux propres au végétal vivant.

Dans la position de sécheresse, au contraire, les systèmes assimilateurs et la paroi épidermoïdale restent absolument en dehors de l'action des rayons lumineux, qui vont tomber sur la superficie brune des écailles, et dès lors les fonctions physiologiques normales restent ainsi suspendues.

Avec l'humidité on a donc régulière végétation et formation de nouveaux éléments, emmagasinement de matériaux nutritifs etc. etc. Avec la sécheresse, au contraire, on a suspension relative de vie, suspension d'activité formatrice et nutritive.

Les expériences suivantes nous prouvent que c'est réellement là, en dernière analyse, la valeur biologique des mouvements hygroscopiques des Marchantiées.

En mai (13) 1887, on mit, dans des exsiccateurs (préparés avec l'acide sulfurique) disposés à cet effet, de nombreuses mottes exactement pesées, sur lesquelles se trouvaient, en excellentes conditions de ve-

---

(1) Dans le genre *Dumortiera* les écailles se montrent caduques.

gétation, les thalles de la *Grimaldia dichotoma* Raddi. Quelques jours après qu'on eut constaté la fermeture de chacun des thalles on procéda à un nouveau pesage, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le poids de chaque motte demeurât invariable, ce qui signifiait qu'elles avaient atteint dans l'exsiccateur le degré absolu de sécheresse.

Au bout de deux mois, on retira une de ces mottes et, après pesage préalable qui fit voir que le poids était demeuré constant, on la soumit (1) directement à l'action de l'eau, à la pluie, et l'on constata que les *Grimaldia* ainsi traitées s'ouvraient normalement (2), comme les autres tenues en conditions identiques (mais dans l'ambiant du laboratoire, en dehors des exsiccateurs), et que de plus elles végétaient comme les autres tenues à ciel ouvert et exposées aux alternatives naturelles d'humidité et de sécheresse.

Après cinq mois, de nouvelles mottes furent soumises aux mêmes épreuves et donnèrent des résultats identiques; et ainsi après 6, 7, 8, 11 et 12 mois qui se sont écoulés depuis l'époque de l'expérience jusqu'à ce jour. Je transcris, du journal d'observation, les données relatives aux trois dernières observations comme étant les plus intéressantes:

1° Le matériel végétant fut porté dans l'exsiccateur le 13 mai 1887 — poids 15,69. — Pendant les mois successifs il conserva le poids constant de 13,00 grammes (y compris le verre de montre sur lequel était posée la motte). Porté dans l'ambiant humide (28 février 1888) il se raviva, végéta comme auparavant et est actuellement vivant (mai 1888). Suspension de vie 8 mois et 15 jours!

2° Le matériel végétant porté dans l'exsiccateur le 13 mai 1887 — poids 12,29 (compris le petit plat) — poids constant pendant toute la durée de l'expérience 10,77 gram. — Porté dans l'ambiant humide (18 avril 1888) se raviva, végéta, et actuellement est très vigoureux. Durée de la suspension vitale, 11 mois et 5 jours!

3° Dans l'exsiccateur, le 13 mai 1887 — poids 16,49 — poids constant 12,78. — Transporté dans l'ambiant humide (13 mai 1888)

---

(1) Il est à noter que, selon les expériences de Schröder, loc. cit., la mort arrive plus promptement chez les végétaux maintenus dans les exsiccateurs que chez ceux qui sont laissés libres en nature en conditions analogues.

(2) Quelques-unes, au contraire, étaient portées dans un ambiant humide et non directement dans l'eau. On ne remarqua pas de différences entre les deux traitements, bien que les dernières mottes expérimentées ne fussent jamais soumises directement à l'action de l'eau.

se rouvrit et a maintenant une végétation vigoureuse. Durée de la suspension vitale dans l'exsiccateur, 12 mois!

La suspension de vie, expérimentalement constatée, pendant treize mois (1), durant lesquels les *Grimaldia* demeurèrent dans l'exsiccateur avec les thalles absolument fermés, est une preuve de la valeur des mouvements hygroscopiques pour l'économie vitale de ces individus, soumis, comme nous le verrons, par les conditions normales de leur station, à de longues alternatives de sécheresse et d'humidité. Et que l'on note encore que d'autres mottes maintenues dans un ambiant de Laboratoire, pendant la durée de plusieurs mois, à la gelée, au soleil, conservèrent leur vitalité inaltérée jusqu'à présent (presque 18 mois!).

La répétition de ces expériences (2) démontrera jusqu'où peut se prolonger cette étrange suspension de vie, dont on connaît peu d'autres exemples dans des corps végétants (3), si on excepte les faits semblables certifiés, qui s'observent dans les formes reproductrices *Spores* des Thallophytes et des Cryptogames vasculaires, *Graines* des Phanérogames. Schröder, dans son excellent livre *Ueber die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen*, édité en 1886, dans les comptes-rendus des observations faites à l'Institut botanique de Tübingen, dirigé par Pfeffer, enregistre soigneusement tout ce que la science connaît à cet égard. Il sera utile, pour notre étude, d'extraire de ce travail les données qui ont rapport aux Hépatiques citées et expérimentées par lui. Nous renvoyons le lecteur, désireux de plus amples détails, aux chapitres spéciaux, où sont successivement examinés sous ce point de vue les différents types végétaux.

Schröder (4) rapporte d'après *Hofmeister* (*Allg. Morph. der Gewächse*, 1868, pag. 555), que la *Metzgeria furcata* meurt après deux semaines d'exsiccation. Il observa que la *Radula complanata* était morte en partie après avoir supporté un mois d'exsiccation et que les parties restées encore vivantes ne résistèrent pas ensuite; que la *Riccia glauca* et la *Riccia fluitans* avaient perdu les facultés vitales

---

(1) Durant l'impression de cette note j'ai pu constater, en me servant des matériaux qui étaient restés, que, le 13 juin 1888, les mottes qu'on avait laissées ainsi 13 mois dans l'exsiccateur étaient encore vivantes et inaltérées.

(2) Que je dus suspendre, faute de matériel, tout ayant été expérimenté.

(3) Crassulaceæ, Cactææ, Isoetes..... Voir SCHRÖDER, loc. cit.

(4) Loc. cit., p. 14, *Lebermoose*.

après quelques jours d'exsiccation, et que la *Lunularia vulgaris* et la *Marchantia polymorpha* étaient plus résistantes, mais que, après un mois, elles étaient absolument mortes. Les *propagules* de ces dernières espèces, selon Schröder, résistent aussi treize semaines lorsqu'ils sont desséchés en plein air, et pas plus de dix semaines dans l'exsiccateur. Enfin il constata que le thallus de la *Corstnia Marchantioides* résista 7 mois desséché dans l'Herbier, et environ 8 mois à ciel ouvert, et que les spores des Hépatiques desséchées souffrent tellement que, après l'exsiccation, on doit les maintenir longtemps humides pour les faire germer, tandis que normalement elles germent au bout de quelques jours.

Les mouvements en question, qui donnent à l'individu la faculté de supporter des alternatives, même longues, de sécheresse et d'humidité, sont des phénomènes dont on doit naturellement rechercher l'origine dans une adaptation progressive aux conditions de leurs lieux habituels de station.

Nous voyons en effet, dans les représentants des Marchantiées, que, à une uniformité de structure anatomique très marquée, ne correspond pas une égale faculté de résistance à la sécheresse atmosphérique, et que cette faculté qui leur est propre est liée aux conditions de vie particulières à chaque espèce.

Les formes d'Hépatiques Marchantiées (comme celles des Graminées), qui vivent dans des lieux montueux, dans des climats tropicaux, soumises qu'elles sont naturellement aux alternatives de sécheresse et d'humidité, ont en général des mouvements hygroscopiques typiques. Elles sont, pour la plupart, munies d'écailles brunes persistantes, elles ont un tissu mécanique très développé, qualités qui font absolument défaut dans les représentants qui vivent et prospèrent dans des conditions tout à fait différentes, développant un thallus élargi parmi les mousses ou dans des lieux continuellement humides.

Le mode identique de se comporter de la *Grimaldia dichotoma* maintenue artificiellement dans une atmosphère continuellement humide donne amplement raison aux propositions ci-dessus énoncées. Dans ces conditions artificielles, on obtient, en quelques mois, une forme de thalle très différente du thallus normal. La plante s'adapte admirablement aux nouvelles conditions; les épaisissements caractéristiques des cellules épidermoïdales disparaissent graduellement en elle, la potentialité de sa couche mécanique diminue comparativement à celle des plantes vivant naturellement à ciel ouvert, la fronde s'élargit et en même

temps les écailles brunes caractéristiques diminuent visiblement en dimensions et en nombre (1).

Outre qu'ils rendent la plante capable de supporter les alternatives de sécheresse et d'humidité, outre qu'ils empêchent en elles les effets d'une trop rapide déperdition d'eau et favorisent la durée vitale en suspendant le rechange de matériel dans les périodes de sécheresse, les mouvements des Marchantiées servent encore à ce que, dans l'état de sécheresse, lorsque le thalle est fermé, elles puissent résister victorieusement aux différentes autres influences des agents externes, et spécialement aux augmentations rapides de température, beaucoup mieux que dans les conditions normales de végétation, quand les cellules, dans lesquelles les phénomènes de turgescence se conservent inaltérés, ne pourraient résister: et cela est expérimentalement démontré.

J'ai maintenu, pendant une demi-heure environ, dans un récipient de verre plongé dans l'eau bouillante, quelques mottes de *Grimaldia* avec thalles desséchés depuis de longs mois, et ceux-ci ont parfaitement supporté l'épreuve. Mis ensuite dans une chambre humide et arrosés, les thalles se rouvrirent et, peu de jours après, poussèrent de nouvelles frondes; et que l'on note que la température dans l'intérieur du récipient (dans la partie axile) atteignit 94° centigrades.

On voit clairement combien est utile, pour les Marchantiées, cette faculté de résistance aux changements subits de température (2) et aux températures élevées, si, avec l'aide de la *Synopsis Hepaticarum* et des *Hepaticae Europaeae* (3), l'on fait une rapide revue des stations habitées par les espèces appartenant aux genres *Plagiochasma*, *Reboulia*, *Grimaldia*, *Fimbriaria*, *Targtonia*. Dans ces genres on compte 49 espèces; de celles-ci, 9 seulement sont propres à l'Europe centrale, 5 sont caractéristiques du Sud de l'Europe, 35 au contraire vivent dans les pays chauds (Afrique 7, Amérique 16, Asie 10, Australie 2). Parmi les 16 espèces américaines, 13 appartiennent aux pays de l'Amérique du Sud et se rencontrent spécialement au Chili, au Pérou, au Mexique, régions caractérisées par de longues périodes de sécheresse et par les températures les plus élevées.

(1) Dans quelques cultures, après quelques mois, les écailles disparaissaient sur les jeunes frondes.

(2) A ce sujet, voir SCHRÖDER, loc. cit., *Lebermoose*, p. 14.

(3) DUMORTIER, *Hepaticae Europaeae*, 1875.



Quant aux dernières causes qui motivent cette faculté de la suspension temporaire des processus vitaux, on ne peut dire, aujourd'hui, que bien peu de chose d'absolu à cet égard. On doit en rechercher la véritable cause dans les propriétés inhérentes au plasma.

En effet, dans les Hépatiques, comme dans les Mousses (1), nous ne rencontrons pas les propriétés caractéristiques que l'on regarde comme pouvant expliquer la suspension des processus vitaux dans les graines et dans les spores où nous avons des parois résistantes, des matériaux nutritifs en abondance et une petite quantité d'eau.

Dans les Hépatiques en question, nous avons, au contraire, des membranes minces, une faible quantité de matériaux de réserve, abondance d'eau, et cependant nous remarquons en elles suspension et résistance vitale très notable, ces plantes étant capables de supporter même un long séjour dans un ambiant privé d'acide carbonique, comme l'expérimenta Schröder dans la *Funaria hygrometrica* (2).

La présence des corps oléagineux (Braun, *Betrachtungen über die Erhaltung der Verjüngung in der Natur*, 1850) (3) et de matériaux de réserve, qui pourraient servir aussi à empêcher un affaissement considérable des membranes, le manque d'eau dans les tissus, comme l'observe Falkenberg (*Die Algen im weitesten Sinne*, dans *Schenk. Handb.*, vol. II), dans les zygosporées, s'ils semblent avoir quelque utilité dans ce phénomène, ne sont cependant pas des conditions absolument nécessaires, puisque dans les Mousses (4) et dans les Hépatiques ces conditions manquent complètement ou sont peu évidentes.

Les mystères de la vie sont toujours sous la dépendance du plasma, dont la connaissance intime reste malheureusement encore enveloppée d'un voile mystérieux. A cet égard, on pourrait formuler des théories évolutionnistes, imaginer des explications téléologiques qui sembleraient tout d'abord satisfaisantes, mais elles ne pourraient sérieusement répondre aux objections naturelles résultant de l'observation d'un fait qui se manifeste également dans les conditions les plus différentes. Il vaut donc mieux s'arrêter au point où raisonnablement il nous est possible de faire des observations et des déductions sérieuses.

---

(1) SCHRÖDER, loc. cit.

(2) SCHRÖDER, loc. cit., p. 45, les *Funaries* furent maintenues 14 jours dans cet ambiant, puis elles restèrent encore sèches pendant quelques semaines.

(3) Il s'agit de graines.

(4) SCHRÖDER, loc. cit.

*Phénomènes analogues connus dans le Règne végétal.* — Le phénomène que nous venons d'étudier dans les *Marchantiées* ne constitue pas un fait isolé dans le royaume végétal, parce que les mêmes causes doivent naturellement déterminer des effets identiques dans d'autres types de plantes.

Les moyens qui servent à rendre possible la vie dans des conditions atmosphériques et topographiques difficiles, dans des climats où durent de longues périodes de sécheresse, dans des lieux de station brûlés par le soleil, où parfois l'eau manque, où des écarts de température et des mouvements atmosphériques se produisent brusquement, devaient naturellement aussi se manifester par des adaptations très variées tendant, en dernière analyse, à atteindre dans les diverses plantes des effets identiques.

A l'état naturel, deux catégories de faits provenant de causes différentes concourent au même but. Dans l'une d'elles l'agent du mouvement réside dans les propriétés vitales de l'individu et spécialement dans les phénomènes de turgescence cellulaire; dans l'autre, au contraire, le mouvement est dû exclusivement aux propriétés physiques de certains tissus, et par conséquent se manifeste même chez les individus chez lesquels les fonctions vitales ont cessé depuis un certain temps.

La seconde catégorie de phénomènes est donc la seule que l'on puisse comparer à ceux que nous avons observés dans les *Marchantiées* (1).

## CONCLUSION.

Des observations exposées ci-dessus il résulte que, dans les *Hépatiques Marchantiées*, et plus particulièrement dans les genres: *Platichasma*, L. et Labg. — *Reboulia*, N. ab E. — *Grimaldia*, Raddi. — *Fimbriaria*, N. ab E. — *Targtonia*, Micheli, on observe, dans l-

---

(1) C'est en effet de cette seconde catégorie seulement que s'occupe l'auteur, dans son appendice (voir travail original, pp. 37-41), auquel nous renvoyons le lecteur, en résumant brièvement les faits observés et étudiés spécialement dans les travaux de Schwendener, Haberlandt, Pfeffer, Weinzierl, Westermaier, Zimmermann, Sachs, Ambrohn, Tschirch, Rathay, Firtsch, Naegeli, Steinbrinck et autres, qui se sont particulièrement occupés des importantes propriétés du système mécanique végétal.

thallus, des mouvements absolument dépendants des propriétés hygroscopiques des tissus qui le composent.

La cause du mouvement se rapporte essentiellement aux propriétés hygroscopiques des éléments de la couche mécanique. Le thallus, selon le degré de la sécheresse de l'atmosphère, se replie en relevant les bords libres, recouverts d'écailles brunes sur la superficie ventrale, vers la ligne axile, de manière que les bords libres se réunissent et se recouvrent, soustrayant ainsi complètement le tissu assimilateur à l'influence des rayons lumineux et maintenant l'individu dans un état de suspension fonctionnelle qui peut durer pendant des périodes très longues (1). Dans cette position le thalle est capable de supporter des variations considérables et subites de température sans en ressentir de dommage, continuant ensuite à végéter dès qu'il se retrouve en conditions convenables d'humidité. Le phénomène des mouvements hygroscopiques dans les Marchantiées est motivé par une adaptation progressive aux conditions naturelles de station dans lesquelles se développe la vie de l'individu.

---

#### EXPLICATION DES PLANCHES.

##### PLANCHE I.

Fig. 1. — Section d'un thalle végétant de *Grimaldia dichotoma*, Raddi (Grossissement environ 40). Figure schématique — contours et dimension des éléments dessinés avec la chambre claire de Nachet.

E, Couche épidermoïdale.

A, » assimilatrice.

M, » mécanique.

S, Écailles provenant des éléments corticaux.

R, Rhizoïdes épaissis et lisses.

Fig. 2. — Section du même thalle desséché (la fig. 2 représente la même section dessinée au n. 1 avant de la porter dans une goutte d'eau) — Grossissement égal au précédent. — Figure schématique. — Les contours et les dimensions dessinés comme plus haut. Même valeur pour les lettres.

---

(1) Jusqu'à présent, la suspension fonctionnelle est expérimentalement prouvée pour la durée de treize mois.

Fig. 3-4-5. — Sections de thalles maintenus en atmosphère sèche (*G. dichotoma*). Grossissement faible. Principales positions de fermeture. Dessins schématiques.

Fig. 6-7. — Thalle normal élargi et thalle replié (*G. dichotoma*). Dimensions naturelles.

Fig. 8. — Colonie de *Nostochinées* dans une cellule du tissu mécanique (*G. dichotoma*). Grossissement 400 environ.

Fig. 9. — Section tangentielle de la couche épidermoïdale d'une *Grimaldia dichotoma*, Raddi. Grossissement environ 400. Confronter cette figure avec celle de la planche suivante n. 7. — A, épaisissements annulaires.

Fig. 10. — Section schématique, comme la précédente, pour démontrer la disposition des épaisissements. Voyez fig. 7, pl. II.

## PLANCHE II.

Fig. 1. — Section verticale de la couche épidermoïdale dans la *Grimaldia dichotoma*, Raddi: A, épaisissements correspondant à ceux que l'on voit dans les sections tangentielles; voyez Pl. I, fig. 9 et 10 (thalle végétant); S, cellule stomatique. Grossissement environ 450.

Fig. 2. — Cellules épidermoïdales de la même espèce, durant le mouvement de passage de l'état d'exsiccation à l'état normal. — Grossissement 400 (dans le thalle normal).

Fig. 3. — Cellules épidermoïdales de la même espèce, éléments qui ont presque atteint la position normale de sécheresse (en thalle normal). Grossissement comme ci-dessus.

Fig. 4. — Cellules épidermoïdales de la même espèce, en position normale de sécheresse (en thalle normal). Grossissement de même.

Fig. 5. — Modifications successives des cellules épidermoïdales dans le passage du thalle de l'état de végétation normale à l'état de sécheresse. Fig. schématique.

Fig. 6. — Section de la partie corticale de la couche mécanique.

M, Cellules normales mucifiables de la couche mécanique.

C, Cellules corticales cuticularisées et colorées en violet foncé.

De ces éléments corticaux prennent origine les écailles. Grossissement environ 450.

Fig. 7. — Section tangentielle de l'épiderme de la *Grimaldia dichotoma*, Raddi. Confronter cette figure avec les figures 9 et 10 de la planche précédente.

A, Épaisissements angulaires.

B, » annulaires. Grossissement environ 450.

N. B. — Les figures ont été dessinées en partie avec la chambre de Nachet et en partie avec celle de Oberhauser — Microscope de Hartnack. Obj. 2, 8, 1. (im. eau).

*De l'homologie de la branchie des Salpes  
avec celle des autres Tuniciers* <sup>(1)</sup>.

---

NOTE du Prof. **FRANCESCO TODARO.**

---

Dans une communication faite à l'Académie *dei Lincei* (2), j'ai décrit la double série de stigmates et de poches du ruban branchial des Salpes. J'ai reconnu qu'ils correspondaient aux stigmates branchiaux des Doliolums, des Pyrosomes et des Ascidies. J'ai, en outre, soutenu qu'ils étaient les vrais organes respiratoires de ces animaux, à cause de la disposition de leur épithélium et de leurs rapports intimes avec le réseau vasculaire sanguin à mailles serrées du ruban branchial. Je peux aujourd'hui affirmer qu'il y a deux autres organes qui, eux aussi, doivent en raison de leur structure, fonctionner activement comme organes respiratoires; ce sont la fosse vibratile ou ciliée et le sillon vibratile péricoronaire ou sillon branchial, comme je veux l'appeler.

Ces deux organes ont cette propriété, parce que chacun d'eux présente une large cavité dont la paroi interne est entourée par un réseau sanguin à mailles serrées; elle est revêtue d'un épithélium qui, comme celui des culs-de-sac branchiaux, est formé, en partie par des bandes de cellules cylindriques pourvues de longs cils vibratiles qui déterminent un fort courant d'eau dans la cavité, et en partie par de petites cellules cubiques ou polyédriques transparentes qui tapissent la surface osmotique de la paroi. Ils favorisent l'échange gazeux entre l'eau et le sang qui circule dans le réseau. La fosse ciliée ne se développe pas au dépens de l'intestin branchial ou pharyngien, mais bien au dépens de l'ectoblaste ou ectoderme infléchi pour former

---

(1) *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei*, vol. IV, fasc. 12, 2<sup>e</sup> semestre. Séance du 16 décembre 1888.

(2) F. TODARO, *Sopra i canali e le fessure branchiali delle Salpe* (*Atti della R. Acc. dei Lincei*, 1884. *Transunti*, vol. VIII, p. 348).

la cavité ou sinus buccal; je m'occuperai plus tard de sa valeur ainsi que de sa signification.

J'appellerai aujourd'hui l'attention sur le sillon branchial et surtout sur la branchie, pour chercher non-seulement la valeur morphologique de celle-ci, mais aussi sa signification philogénétique.

Le sillon branchial est creusé dans un bourrelet bilabié qui fait saillie intérieurement entre la cavité buccale et la cavité pharyngienne. Il s'étend d'une façon circulaire de la paroi dorsale à la paroi ventrale où il s'attache, des deux côtés, à l'extrémité antérieure de l'endostylum.

Dans la partie médiane de la paroi dorsale le sillon branchial forme un angle à sommet dirigé en arrière, en contact avec l'extrémité antérieure du ruban branchial, dont l'ouverture en avant vient embrasser l'extrémité postérieure de la fosse ciliée. Le sillon parcourt le bourrelet dans toute sa longueur. Je n'ai pas pu m'assurer si le sillon est, ou non, interrompu dans l'angle que le bourrelet forme dans la paroi dorsale, mais, vu son développement, on doit admettre qu'il est double, et non simple; je n'ai pas réussi non plus à voir clairement si, dans la paroi ventrale, le sillon communique, ou non, avec la cavité de l'endostylum.

D'après H. Fol (1), viendrait s'accumuler dans ce sillon le mucus sécrété par l'endostylum afin d'emprisonner, pour ainsi dire, les animalcules microscopiques dont le Tunicien se nourrit. Pourtant, sa structure parle en faveur de la fonction respiratoire. En effet, dans une coupe transversale (fig. 1 s) sur laquelle on voit, dans toute sa étendue, ce sillon creusé dans le bourrelet depuis son ouverture dans la cavité pharyngienne jusqu'au fond, il se présente limité par deux parois en forme de lèvres, l'une antérieure ou buccale (b), l'autre postérieure ou pharyngienne (a). La paroi antérieure est plus épaisse, elle est renversée en avant; la postérieure, mince et plus haute, est inclinée sur cette dernière, de façon que la direction du sillon est oblique, et son ouverture regarde en avant.

Ces deux parois sont constituées par un repli de la muqueuse et présentent un squelette conjonctif revêtu extérieurement par l'épithélium.

---

(1) FOL, *Ueber die Schleimdrüse oder den Endostyl der Tunikaten* (Morphol. Jahrbuch., I Bd.).

L'épithélium qui revêt la paroi postérieure (a) est formé d'une couche unique de petites cellules cubiques transparentes, il vient du pharynx; il se replie sur le bord libre et descend jusqu'au fond du sillon où il se continue avec l'épithélium qui revêt la paroi antérieure. Ce dernier épithélium, au contraire, est constitué par de grandes cellules cylindriques à longs cils vibratiles; il se continue avec l'épithélium pavimenteux de la cavité buccale.

On voit dans le tissu conjonctif sous-jacent au sillon de gros vaisseaux sanguins ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) provenant de deux grands sinus sanguins qui

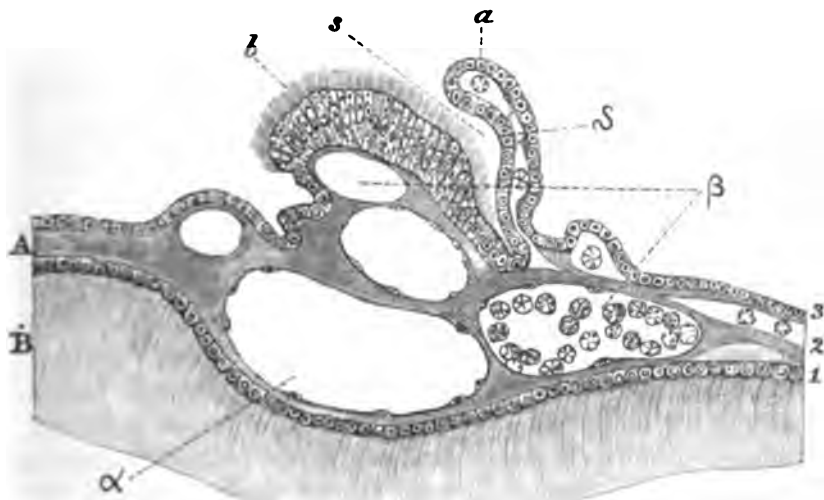


Fig. 1. — Coupe transversale du sillon péricoronaire ou sillon branchial de la *S. Tilesii*. — A) sac branchial ou paroi du corps de l'animal; 1) ectoderme; 2) mésoderme; 3) endoderme; s) sillon branchial; b) sa paroi antérieure ou buccale; c) sa paroi postérieure ou pharyngienne; a),  $\beta$ ) grands sinus sanguins;  $\delta$ ) réseau sanguin; B) manteau de cellulose.

parcourent, d'arrière en avant, le ruban branchial. Je peux dès maintenant affirmer que tous les sinus sanguins, grands et petits, de ces animaux, y compris ceux qui forment les réseaux à mailles serrées, ont leurs parois constituées par une simple couche endothéliale de cellules plates qui présentent en coupe, un aspect fusiforme.

Ces gros vaisseaux donnent origine à d'autres sinus plus petits qui s'anastomosent à une certaine distance, d'où d'autres sinus plus petits

encore partent pour aller former, dans le tissu conjonctif de la paroi postérieure du sillon en question, un réseau à mailles serrées (b). Ce réseau est revêtu d'un épithélium mince, qui favorise l'échange des gaz du sang qui y circule, avec ceux de l'eau. Ce fait, d'une part, et l'inclinaison du sillon en avant et la disposition toute particulière de l'épithélium vibratile, d'autre part, parlent plutôt en faveur de la fonction respiratoire. L'épithélium de ce sillon se développe au point de fusion de l'endoderme pharyngien et de l'ectoderme buccal. Le sillon commence à se former par deux bourgeons sur la paroi dorsale, de chaque côté de la fosse ciliée ou vibratile, d'où ils s'étendent ensuite sur la paroi ventrale.

La branchie de la Salpe est, comme on le sait, réduite à un ruban branchial impair et médian, aplati dans le sens latéral, étendu diagonalement d'avant en arrière entre la cavité pharyngienne ou branchiale et la cavité cloacale ou péribranchiale. Elle sépare les deux grandes communications qui existent entre ces deux cavités.

Son extrémité antérieure s'attache à la face interne de la paroi dorsale du pharynx derrière l'angle du sillon branchial; en arrière, après avoir passé sur le côté gauche du bourrelet à forme d'entonnoir qui limite l'ouverture œsophagienne, il forme un arc en se repliant en avant, et va rejoindre, sur la paroi inférieure, l'extrémité postérieure des replis vibratiles de l'endostylum. Constitué par du tissu connectif qui en forme la charpente, il est revêtu par une couche unique d'épithélium. On trouve dans le corps du ruban branchial un grand nombre de vaisseaux sanguins, et deux longues séries de cul-de-sac branchiaux, dont les ouvertures ou stigmates forment, à sa surface, une limite entre sa partie inférieure et sa partie supérieure.

Les vaisseaux sanguins du ruban branchial des Salpes présentent deux grands sinus à troncs longitudinaux, ainsi qu'on les voit sur l'animal vivant, et très clairement sur une coupe transversale (fig. 2). Leur trajet est sur le plan médian: l'un ( $\beta$ ), sur la partie supérieure ou cloacale, l'autre ( $\alpha$ ), sur la partie inférieure ou pharyngienne.

Ils naissent de la partie postérieure du cœur d'un tronc commun, qui aussitôt qu'il a pénétré dans l'extrémité postérieure de la branchie, se divise pour former les deux sinus en question (1).

---

(1) Après que le tronc commun branchial s'est divisé en deux pour former le sinus supérieur et le sinus inférieur de la branchie, le sinus inférieur donne naissance à un gros vaisseau. Celui-ci marche dans la partie inférieure de la branchie



Dans leur trajet dans la branchie, ces troncs donnent et reçoivent

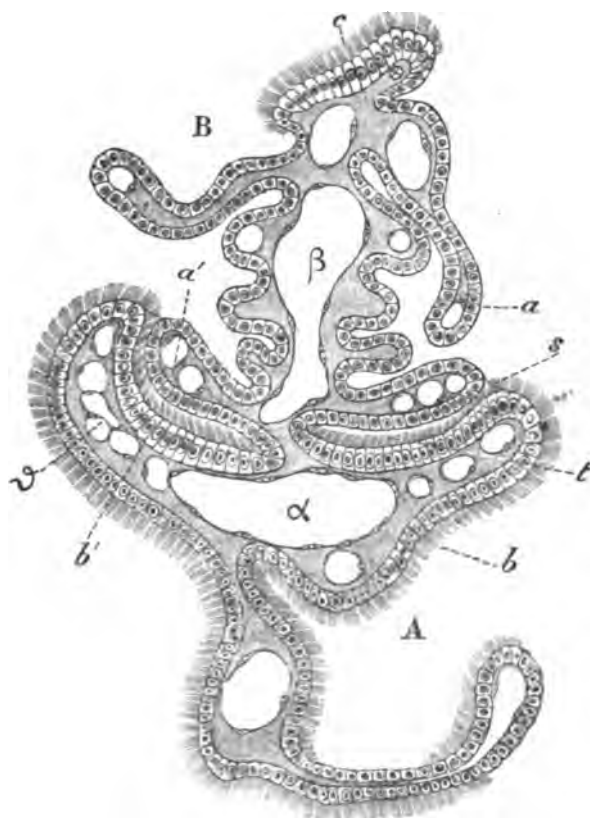


Fig. 2. — Coupe transversale du ruban branchial de la *S. bicaudata*. — A) partie inférieure ou pharyngienne; B) partie supérieure ou péribranchiale; c) crête vibratile épibranchiale; s) stigmates branchiaux et t) poche branchiale; a) épithélium mince et transparent de la partie supérieure du ruban; a') épithélium mince et transparent de la paroi médiane de la poche branchiale; b) épithélium vibratile de la bande ciliée; b') épithélium vibratile de la paroi latérale de la poche branchiale; α) grand sinus longitudinal inférieur; β) grand sinus longitudinal supérieur; θ) réseau à mailles serrées de petits sinus entourant les poches branchiales.

au-dessous du sinus d'où il sort et parallèlement avec lui, tous deux restant en communication tout le long de leur trajet au moyen de nombreux rameaux collatéraux.

C'est pourquoi j'avais dit auparavant (V. *Atti della R. Accad. dei Lincei*, sér. 4, vol. I, p. 641), que le tronc branchial se divise en trois gros vaisseaux qui courent ensemble et parallèlement dans le ruban branchial.

une infinité de branches collatérales, qui se divisent et s'anastomosent entre elles, formant des réseaux de sinus sanguins de moyen et de petit calibre, qui occupent toutes les parties de la branchie.

La portion la plus serrée du réseau ( $\theta$ ), formée par des vaisseaux plus petits, se trouve tout autour des poches branchiales placées de chaque côté du corps de la branchie.

Les branches terminales de ces deux sinus longitudinaux s'anastomosent avec ceux qui forment un réseau à larges mailles sous le ganglion cérébral, et donnent naissance aux vaisseaux du sillon branchial.

L'épithélium qui revêt la surface du ruban branchial présente, sur le milieu de la face supérieure, une crête (fig. 2,  $c$ ) longitudinale vibratile qui va, de l'extrémité antérieure, rejoindre, à l'extrémité postérieure, les replis vibratiles de l'endostylum.

Cette crête épibranchiale longitudinale est constituée par de hautes cellules cylindriques qui portent de longs cils vibratiles; elle est homologue de celle qui se trouve chez les autres tuniciers sur le raphé dorsal de la branchie. Sur la partie supérieure du ruban branchial, l'épithélium est, des deux côtés, à partir de cette crête jusqu'à la série des stigmates, uniformément constitué par de petites cellules cubiques ou polyédriques transparentes ( $\alpha$ ). Il présente, au contraire, dans la partie inférieure, à partir de ces mêmes stigmates et en leur correspondance, une série de bandes vibratiles ( $\beta$ ) qui s'alternent avec des bandes de cellules cubiques sans cils, pareilles à celles de la partie postérieure.

Les stigmates et les poches branchiales se trouvent chez tous les tuniciers, mais le nombre, la grandeur, la forme varient pour chaque espèce, et, parfois même, pour chaque génération.

Chez la *S. Tylesti* ils ont la forme d'un *flasco* toscan, c'est-à-dire, à peu près, d'une gourde à col allongé; ils sont si nombreux et tellement grands qu'ils viennent presque en contact les uns avec les autres. Chez la *S. Ptimala*, quoique nombreux, ils sont très petits; et dans la *S. Bicaudata* (fig. 2,  $s$ ,  $t$ ) ils affectent d'abord la forme de longs tubes, mais ils se modifient ensuite et deviennent évasés en entonnoir. Dans cette espèce, les stigmates et les poches branchiales avaient été, avant moi, signalés en passant par H. Fol dans une Note insérée en son Mémoire sur l'endostylum (1), note qui m'avait échappé lors de

(1) Je rapporte ici textuellement la note de Fol: « Der Bau dieser Kieme ist

ma première communication. Il les a décrits comme étant une double série d'inflexions latérales auxquelles il n'a attribué d'autre importance que celle d'accroître la surface respiratoire; il ne les reconnut donc pas comme étant de vrais stigmates branchiaux.

La présence des stigmates et des culs-de-sac branchiaux des Salpes a été récemment confirmée par F. Lahille (1) qui en admet, avec moi, l'homologie avec les stigmates des Ascidies en les appelant *hémilremas*.

L'épithélium des poches et des stigmates branchiaux placés sur la partie latérale du ruban (b') est, à partir de leur fond en cul-de-sac, constitué par des cellules vibratiles cylindriques, et se continue, comme Fol l'a dit, avec les bandes ciliées externes.

A partir de ce même point, la paroi médiane (supérieure) de la poche branchiale est, au contraire, formée par une série de petites cellules transparentes, comme l'épithélium qui revêt la moitié supérieure de la surface du ruban, avec lequel l'épithélium se continue.

L'épithélium des culs-de-sac branchiaux se comporte donc de la même manière que l'épithélium du sillon branchial. L'épithélium de la paroi externe détermine, grâce au mouvement continu de ses cils, secondé par celui des bandes vibratiles, un fort courant d'eau dans la cavité du cul-de-sac, et l'épithélium mince de la paroi interne facilite les phénomènes osmotiques entre les gaz de l'eau et ceux du sang; c'est pourquoi, la fonction respiratoire du ruban branchial, chez les Salpes, doit être très active, comme celle de la branchie des autres Tuniciers.

Mais, quel est le rapport morphologique de cet organe chez les divers Tuniciers?

Ed. Van Beneden et Ch. Julin dans leur *Morphologie des Tuniciers* (2) disent: « De tous les Tuniciers, ceux qui, au point de

---

nicht überall so einfach wie angenommen wird; bei *Salpa bicaudata* z. B. bildet sich jederseits am Kiemenbalken eine Reihe seitlicher Einstülpungen, deren jede mit einem Wimperstreifen correspondirt. Es dringt sogar jeder quere Wimperstreifen bis in den Grund des correspondirenden blindgeschlossenen Säckchens; eine Einrichtung, welche wohl die Vergrößerung der respirirenden Fläche bezweckt » (*Morphol. Jahrbuch*, I. Bd. 238 S.).

(1) F. LAHILLE, *Contribution à l'étude anatomique des Salpes*. De ce mémoire il n'a encore été publié, jusqu'à présent, que le résumé fait de vive voix dans la séance du 7 mars de cette année à la *Société d'Histoire naturelle de Toulouse*.

(2) VAN BENEDEN et CH. JULIN, *Recherches sur la Morphologie des Tuniciers*. Gand, 1886, p. 401.

vue des caractères de l'appareil respiratoire, se rapprochant le plus des Appendiculaires sont, à notre avis, les Salpes. Il est probable, en effet, que les deux grands trous qui chez ces animaux établissent une large communication entre la cavité branchiale ou pharyngienne et la cloaque, sont homologues aux canaux branchiaux des Appendiculaires. Ce que l'on appelle la branchie chez les Salpes, c'est la voûte réduite du pharynx ». Évidemment ces deux observateurs n'ont pas fait attention aux stigmates et aux culs-de-sac du ruban branchial des Salpes. Toutefois, je suis de leur avis sur l'homologie des deux fissures branchiales des Appendiculaires avec les deux grandes ouvertures qui font communiquer, chez les Salpes, la cavité pharyngienne avec la cavité cloacale et je me fonde sur le raisonnement suivant.

Chez les Appendiculaires, d'après les recherches de Fol (1), chacune des deux ouvertures branchiales est le résultat de la fusion et de la perforation du fond de deux diverticules, qui viennent, l'un de la portion dorsale de l'ectoderme de la larve, l'autre de l'intestin pharyngien. Le pourtour des ouvertures est tapissé par un épithélium à longs cils vibratiles, et la partie externe du canal qui se forme ainsi, s'évase en entonnoir. De la même manière se forment deux autres cavités, qui sont péribranchiales seulement comme leur correspondant chez l'Amphioxus; elles restent indépendantes pendant toute la vie, et, à côté d'elles, s'ouvre, à l'extérieur, l'anus intestinal. La formation des premières fissures branchiales et cloacales des Ascidies, ainsi que Kowalevsky (2) nous l'a montré, a lieu par un processus identique des mêmes organes et au même point. Seulement, chez ces Tuniciers, la fusion des deux diverticules de l'ectoderme avec l'intestin pharyngien engendre deux paires de fissures branchiales tapissées par un épithélium vibratile; la première paire se forme en avant, et la seconde en arrière, par la fusion de deux autres diverticules de l'intestin pharyngien ou branchial, avec les deux formations ectodermiques déjà mentionnées. D'après Ed. Van Beneden et Ch. Julin, le nombre des premières fissures branchiales peut s'élever de deux à six dans la *Phallusia scaraboides*; les quatre dernières ne suivent pas un ordre symétrique.

---

(1) H. FOL, *Études sur les Appendiculaires du détroit de Messine*. Genève, 1872.

(2) R. KOWALEVSKY, *Weitere Studien üb. d. Entwicklung d. einfachen Ascidien* (Archiv f. mikr. Anat. VII Bd., 1871).

Longtemps après la formation de ces fissures, en même temps que celle de l'ouverture anale dans la cavité cloacale gauche, et que la fusion des deux cavités cloacales en une grande cavité, les fissures branchiales se multiplient à l'infini sur toute la paroi qui sépare cette cavité de la cavité pharyngienne; elles viennent s'y ranger en lignes transversales et perpendiculaires.

Or, à mon avis, conformément à ce qu'affirment les deux observateurs susdits, les deux premières fissures branchiales des Ascidies correspondent parfaitement aux deux mêmes fissures des Appendiculaires; les autres sont de formation secondaire, c'est-à-dire, après la différenciation du repli ectodermique, après l'ouverture anale, dans l'épithélium de la cavité cloacale, même avant la fusion de deux cavités en une seule.

On pourrait donner aux premières ouvertures le nom de fissures branchiales et celui de stigmates à ces dernières.

Les stigmates des Ascidies ont la même position, la même forme et la même structure que ceux des Salpes; et en observant le développement endogénique de ceux des Salpes nous voyons qu'il est le même quoique le processus en soit modifié. Nous notons aussi quelques différences dans leur structure, c'est-à-dire: les stigmates des Ascidies ont l'épithélium vibratile sur le pourtour de l'ouverture, tandis qu'à l'intérieur ils se prolongent en prenant la forme de petits canaux qui s'ouvrent dans le pharynx; chez les Salpes, l'épithélium vibratile se trouve sur toute la paroi latérale des stigmates qui se terminent à l'intérieur en culs-de-sac: mais malgré tout, nous pouvons affirmer que les stigmates des Salpes sont homologues de ceux des Ascidies.

Nous pouvons aussi considérer les grandes ouvertures qui font communiquer la cavité pharyngienne avec la cavité cloacale des Salpes comme homologues des deux fissures branchiales des Appendiculaires et des deux fissures (les premières) des Ascidies, quoique le processus endogénique par lequel elles se forment chez les Salpes soit modifié, et leur structure différente. En effet chez les Salpes, la cavité cloacale et péribranchiale, au lieu d'être le résultat de la fusion de deux replis latéraux infléchis, est formée par deux inflexions successives de l'ectoderme, qui se développent à des époques différentes. Il se produit d'abord, dans la partie dorsale, derrière la vésicule cérébrale, une prolifération de l'ectoderme et il s'en forme, par suite, au-dessous de la couche externe, une autre plus épaisse. Les cellules de cette dernière se disposent ensuite autour d'une cavité qui se forme

à leur centre, donnant lieu ainsi à une première vésicule cloacale, qui est à son origine fermée de tous les côtés. La partie interne, ou le fond de cette vésicule, reste séparée à son centre. Cette séparation est due à la présence du mésenchyme de la partie correspondante de l'ectoderme de l'intestin branchial ou pharyngien. La couche de mésenchyme manque sur les côtés, et l'ectoderme de la première vésicule, non encore différencié, se trouve en contact direct avec l'ectoderme avec lequel il se fusionne, et, par suite, deux larges communications s'ouvrent entre le pharynx et cette vésicule. Cette ouverture s'agrandit alors et reçoit en même temps l'ouverture anale de l'intestin terminal; cette vésicule correspond donc à la cavité cloacale gauche des Ascidies. C'est ainsi que les deux grandes fissures branchiales se forment, après quoi l'épithélium de cette vésicule se différencie après s'être, par l'ouverture anale, mis en communication avec l'intestin postérieur. Le mésenchyme resté entre la cavité de cette vésicule et la cavité pharyngienne, revêtu des cellules de l'ectoderme et de l'endoderme, représente la première ébauche du ruban branchial.

Les vaisseaux sanguins dont j'ai parlé se développent des éléments du mésenchyme de cette ébauche, et des cellules ectodermiques et endodermiques qui la recouvrent se développe la couche épithéliale. C'est du point où se fusionnent l'ectoderme et l'endoderme que les deux séries de stigmates, qui vont se terminer en culs-de-sac dans l'épaisseur du ruban branchial, se développent bientôt.

La différenciation des cellules vibratiles commence à se faire dans les stigmates branchiaux, et s'étend ensuite successivement, de chaque côté, sur la face inférieure du ruban, pour former les bandelettes vibratiles qui sont, comme C. Vogt l'a soutenu, en nombre pair (1).

L'introflexion de la couche externe de l'ectoderme s'opère dans la partie dorsale longtemps après la formation des stigmates; c'est à ses dépens que se forme la seconde vésicule cloacale où le manteau de cellulose va se replier en même temps. L'un et l'autre finissent par se perforer. La première vésicule cloacale, en se confondant avec la seconde, forme une grande cavité, qui est en même temps péribranchiale et cloacale comme dans les Ascidies. Cette cavité reste largement ouverte à l'extérieur. Les deux grandes fissures branchiales sont

---

(1) C. VOGT, *Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée*. Second Mémoire, I, du Genre *Salpa*.

à leur partie médiane, limitées par les côtés correspondants du ruban branchial; latéralement elles ont pour limite la paroi interne du corps de l'animal, au niveau du point où, du pharynx, elle va, sans aucune modification, revêtir la cavité cloacale.

*Donc: les deux grandes fissures branchiales des Salpes sont homologues des deux fissures branchiales des Appendiculaires et des deux premières fissures branchiales des Ascidies; de même que les nombreux stigmates ou fissures branchiales secondaires des Ascidies et ceux des Salpes sont homologues entre eux.*

Je démontrerai dans ma prochaine Note que les stigmates ou fissures branchiales secondaires des Tuniciers perdent leur fonction respiratoire et que leur branchie devient le thymus des vertébrés.

---

### *L'hyperthermie, les fibres musculaires et les fibres nerveuses (1).*

---

NOTE du Prof. A. MORIGGIA.

---

On sait que les muscles, à un certain degré d'hyperthermie, entrent dans ce qu'on appelle la rigidité thermique. Toutefois, si l'on consulte les données fournies par divers expérimentateurs, on trouve que les degrés de température indiqués comme nécessaires pour obtenir ce résultat sont différents, et que, souvent, la durée d'action de la chaleur, qui a cependant une si grande influence, n'est pas rapportée en chiffres: il y a même des auteurs qui confondent le degré de chaleur du milieu, dans lequel les animaux furent mis en expérience, avec celui qu'ils doivent nécessairement acquérir pour que les muscles entrent en rigidité thermique.

---

(1) *Rendiconti della R. Accad. dei Lincei*, vol. V, fasc. 3.

Les inconvénients signalés dépendent, en partie, de ce que, dans cette matière, on ne peut généraliser: même en laissant de côté la raison de l'âge et du climat, nous savons que la température propre des homoïothermes et des poichilothermes varie dans des limites parfois assez étendues: on a, pour les mammifères, une oscillation, selon l'espèce, de 35°,5 à 40°,5: pour les oiseaux, elle va de 39°,44 à 43°,9. Dans des cas spéciaux, comme pour la couveuse, on peut arriver à 56° (1), et chez l'homme en conditions pathologiques à 50° (2).

Quant aux animaux à sang froid, on trouve, rapportés par des naturalistes et par des voyageurs, des chiffres de températures très élevées dans lesquelles peuvent encore vivre certaines espèces; mais tout en faisant la part de l'exagération dans ces récits, il est aujourd'hui certain qu'il y a des poissons qui peuvent vivre dans de l'eau à 40°, comme il est d'ailleurs certain que les parasites internes des mammifères et des oiseaux doivent posséder la température respective du milieu où ils vivent, ce qui veut dire qu'elle peut être, suivant les conditions physiologiques ou pathologiques, de 50° et même plus pour les parasites des oiseaux.

Quelques phases particulières à la reproduction montrent également une influence sur la température des poichilothermes. Sans parler de la grenouille plus chaude dans la période des amours, nous avons le Python qui, lorsqu'il couve dans un ambiant à 22°, présente une température propre de 41°,5; toutefois, cette température diminue peu à peu à mesure qu'approche l'éclosion des petits ophidiens.

### *Action thermique sur les fibres musculaires.*

J'arrive maintenant à mes expériences, faites en bon nombre à Rome et à Montepulciano, sur des grenouilles (*rana esculenta*) de moyenne grosseur, fraîchement recueillies. Après les avoir convenablement éten-

---

(1) Oehl, dans la II<sup>e</sup> partie de son traité, p. 446, écrit, que la température de la couveuse oscilla entre 42° et 56°.

(2) LUSSANA, *Fisiologia umana*, vol. IV, Padoue, 1881, p. 344-5: dans certains cas pathologiques et dans quelques résultats expérimentaux (sections de nerfs), on peut avoir une augmentation excessive (limitée à des parties du corps déterminées) de température, jusqu'à 50°, sans que l'animal, ou l'homme, succombe, et même presque sans qu'il y ait de perturbation apparente; ainsi, chez une femme, à la suite d'une lésion traumatique dorsale, il y eut pendant plusieurs semaines de 45° à 50° dans les bras (Teale).



dues et attachées sur de petites planchettes, on les plongeait dans de l'eau chaude, que l'on maintenait constamment à la même température en y ajoutant de temps en temps quelques cuillerées d'eau plus chaude, spécialement lorsqu'on mettait dans le bain (grand récipient) l'animal froid. En choisissant une chambre de travail bien exposée et bien close, après un peu d'exercice *ad hoc*, sans même recourir au régulateur, on arrivait à avoir un bain constant ne variant que pendant quelques secondes et de un dixième à un quart de degré au plus. La chambre dans laquelle se firent les expériences, eut dans les divers jours, une température de 24° à 28°.

Pour étudier la rigidité thermique, le plus souvent on plongeait dans le bain un membre postérieur étendu sur la planchette; le résultat général a été, que la rigidité thermique survenait entre 42° et 44°, mais le plus souvent vers 43°,5; pour cela il suffisait d'un bain de la durée de 5'. Il y a eu quelques grenouilles petites et peu vives, flasques et non récemment recueillies, chez lesquelles la rigidité se produisait avec les degrés les moins élevés de température que nous avons cités. Si, au lieu d'un seul membre, on plonge dans le bain la grenouille tout entière, à l'exception de la bouche, il semble que la coagulation de la myosine en soit quelque peu accélérée.

La durée du bain a une influence encore plus accentuée. J'obtins la rigidité, chez de grosses grenouilles vivaces, à 42°-43°, en prolongeant le bain de 7' à 14': à 48°, au bout de 2', la rigidité apparaissait déjà dans la jambe plongée dans l'eau, de sorte que, si toutefois les chiffres ne sont pas erronés, il semblerait plutôt singulier, que, dans le cas de Teale rapporté plus haut, la température qui s'était élevée, dans les bras, à 50° et qui était demeurée telle pendant un temps considérable, bien qu'il s'agisse d'un homoïotherme, n'ait pas produit une lésion musculaire, comme aussi dans le cas cité par Oehl pour la couveuse (56°). Toutefois, comme on ne peut pas rigoureusement conclure des animaux à sang froid aux homoïothermes, il serait nécessaire d'avoir d'autres expériences positives outre celles que la science possède déjà à ce sujet.

En pensant au fait connu de l'adaptation (1), je cherchai s'il n'y

(1) PAUL BERT (Soc. de Biologie, séance du 20 mai 1876) affirme que des poissons brusquement transportés d'une eau à 12° dans une autre à 28° meurent, tandis qu'en procédant graduellement pour relever la température ils peuvent supporter presque 33°. J'ai déjà cité des poissons vivant constamment dans des eaux à + 40°.

avait pas quelque influence dépendant de la température de l'ambiant dans lequel aurait vécu pendant quelque temps l'animal avant de le soumettre à l'expérience; il me semble en effet qu'il ne peut être indifférent, par ex., de partir de  $+10^{\circ}$  ou de  $+26^{\circ}$  pour passer dans un bain à  $44^{\circ}$ .

Je fis, pendant l'hiver, des expériences sur des grenouilles qui étaient restées pendant deux mois environ exposées, dans la campagne, à la température basse de décembre et de janvier: dans le laboratoire elles étaient à  $10^{\circ}$ - $12^{\circ}$ . Des grenouilles de moyenne grosseur, mais vivaces, supportèrent des températures de  $44^{\circ}$  et  $45^{\circ}$  sans arriver à l'état de rigidité: à  $45^{\circ}$  elles avaient souvent un commencement de raideur: la patte était un peu dure, étendue, immobile; mais au bout d'une demi-heure ou d'une heure, elle se rétablissait presque complètement. Le résultat a été le contraire de ce que, de prime abord, on pouvait attendre, c'est-à-dire que la myosine se coagula plus facilement en hiver qu'en été, bien que, dans cette saison, il dût déjà y avoir une certaine adaptation à des températures élevées (1): ceci me semble rentrer, au moins en bonne partie, dans les faits déjà connus, que les soldats morts à la guerre et les animaux tués à la chasse prennent très vite la rigidité cadavérique, à raison du surmenage nerveux-musculaire, et, si c'est pendant la saison chaude, à cause aussi d'un certain épuisement. Nous avons d'ailleurs une preuve de la résistance moindre, en été, de l'organisme animal dans la belle expérience de William, citée par Milne Edwards (tom. VIII, pag. 88): William Edwards mit dans un vase entouré de glace (en février) 5 oiseaux;

---

ainsi que des animaux à sang froid (parasites) vivant chez des homiothermes à  $44^{\circ}$  et plus. Il résulte des expériences du prof. PERRONCITO (*Arch. delle scienze mediche*, vol. I), que le *cysticercus cellulosae* et d'autres helminthes, mis dans de l'eau légèrement salée, résistent pendant 10' à des températures de  $45^{\circ}$  à  $50^{\circ}$ . Les résultats obtenus par le prof. Perroncito m'ont presque enlevé une espérance que je gardais de pouvoir tuer, au moins quelques parasites, avec des agents chauds. Je mesurais leur résistance en proportion de celle de la grenouille; quoiqu'il en soit, pour quelques vers, par ex. les oxyures, on pourrait essayer des injections chaudes. Il ne serait peut-être pas inutile de rappeler l'attention des cliniciens sur l'évacuation de vers dans les fièvres à haute température, parce que, dans ces cas, la longue durée de l'hyperthermie pourrait en accroître l'effet sur eux.

(1) Peut-être la saison d'été est elle trop brève pour amener une adaptation dont les effets puissent être sensibles; mais il semblerait probable que, en prenant des poissons vivant normalement dans de l'eau à  $40^{\circ}$ , on dût avoir une hyperthermie plus prononcée pour obtenir leur rigidité.

au bout d'une heure, l'abaissement de leur température ne dépassa pas un degré, et elle demeura la même pendant le temps qui suivit, tandis que des oiseaux de la même espèce (en juillet), traités de la même manière, ont perdu, en une heure, 3°,6 et, au bout de 3 heures, 6 degrés.

Je tins pendant quelques heures (d'été) des grenouilles en contact avec la glace; transportées subitement dans un bain chaud, il n'y eut aucune différence sensible pour la rigidité. Des grenouilles éthérisées, strychnisées, se comportèrent manifestement comme les normales, bien qu'il semblât que les convulsions des grenouilles strychnisées dussent accélérer la rigidité; de même aussi la digitaline sous la peau ne produisit aucune modification; la solution de chlorure sodique (indéterminée), plutôt chargée, administrée par la bouche et sous la peau, ne parut pas apporter d'obstacle à la coagulation; à 46° pendant 5' la patte acquit la rigidité; avec le chlorure je ne fis qu'une seule expérience, par là même peu concluante; il en faudrait plusieurs et variées, à raison de son action sur la myosine.

Pensant que les grenouilles pouvaient peut-être ressentir quelque influence, non-seulement de la température du bain, mais encore de l'eau elle-même, je fis les mêmes expériences dans un bain d'huile de Lucques très fine non acide. Pour se rendre mieux compte de l'action thermique il est à noter que les expériences eurent lieu en janvier. Dans le bain d'huile, la coagulation de la myosine arrive au bout de 8' entre 47° et 48°. J'eus quelques grenouilles qui, même à 48°, avaient les pattes et les cuisses très peu dures et très peu raides, et encore légèrement mobiles.

Si l'on considère que la durée du bain fut plus grande dans l'huile que dans l'eau, il en résulte que, tout en tenant compte de la moindre conductibilité de l'huile pour la chaleur, on pourrait en conclure que l'eau par elle-même, indépendamment de la température, concourt peut-être dans une certaine mesure à accélérer la rigidité, comparativement à ce que fait l'huile.

Ayant observé, dans quelques cas, que si l'on plongeait tout le corps de la grenouille, ou la moitié antérieure, dans le bain d'eau de 46° à 50° pendant 5', tout le cœur continuait à battre entre 46° et 47°, que le ventricule était petit, blanc, cuit entre 47° et 49°, absolument rigide vers 50° (1), même lorsque, déjà avant le 46° degré, la chaleur avait

---

(1) En prolongeant le bain, on trouva que, en y plongeant entièrement le corps

produit la rigidité de tous les muscles plongés dans l'eau, j'en étais presque arrivé à croire que le muscle cardiaque, et spécialement les oreillettes, étaient plus réfractaires que les autres muscles à l'action thermique; mais ensuite, en réfléchissant bien, le fait me parut plutôt attribuable à la faible conductibilité calorifique des tissus animaux: de fait en se servant d'un bain à 45° seulement mais pendant 8' on trouva le ventricule en état de rigidité, et le cœur tout entier, en employant un bain à 50° pendant 5' ou à 51° pendant 3'.

Pour me rendre un compte plus exact du fait, outre le thermomètre placé dans le bain, j'en mis un autre très petit, confronté avec le premier et tous deux avec le normal, dans l'estomac de la grenouille en l'introduisant par la bouche et en le poussant dans le ventre, de manière que l'estomac distendu par le thermomètre arrivait dans le bas du bassin. Après avoir plongé la grenouille intègre presque jusqu'à la bouche dans un bain d'eau à 37° pendant 25', on constata que le thermomètre de l'estomac s'éleva, en 3 minutes, à 30°, en 8' à 35°, en 10' à 37° environ et qu'il resta ensuite à ce point, sans varier (1); la grenouille fut retirée flasque, la peau insensible à l'acide nitrique, morte, bien que le cœur battit encore: on obtint le même résultat dans un bain d'huile, avec la différence que le thermomètre monta en 8' à 33° degrés seulement, et à 35° en 13', puis il arriva, mais très lentement, à 36°,5 seulement. — Dans un autre bain d'eau à 47° pendant 25', le thermomètre marqua 40° en 10', puis il monta encore plus lentement pour arriver à 47° environ.

Ces expériences nous attestent cependant, que le cœur, et spécialement les oreillettes, comme moins superficielles, doivent naturellement

de la grenouille, le cœur arriva à l'état de rigidité complète au bout de 16' dans un bain à 46°, tandis que, dans un bain à 47°, au bout de 12' les oreillettes battaient encore: en mettant ensuite la grenouille, avec le cœur à découvert, dans un bain à 46°, il était cuit en 5'.

(1) En employant des bains avec de l'eau à 46° pendant 8', le thermomètre dans l'estomac monta, en 3', à 28°, en 4' à 34°, en 8' à 41°,5, restant par conséquent à plus de 4 degrés au dessus du bain; la grenouille fut retirée morte. Dans un bain à 49° pendant 8', le thermomètre monta en 3' à 38°, en 5' à 44°, en 8' à 46°,5; une grenouille morte expérimentée se comporta également comme cette dernière, vivante; le thermomètre retiré de l'estomac et mis à nu dans le bain marqua aussitôt 49°. On eut encore la preuve de cette action cohibante des tissus animaux dans le fait suivant: après qu'on eut retiré la grenouille du bain et qu'on l'eut mise dans un ambiant à 12°, le thermomètre toujours laissé dans l'estomac mit 16' pour descendre de 46°,5 à 20°.

se ressentir tardivement de l'action thermique : ensuite, les différences de célérité dans l'élévation de la colonne thermométrique sont, en grande partie, attribuables à la position de la cuvette du thermomètre, selon qu'elle est poussée plus ou moins superficiellement vers la peau du ventre, ou qu'elle reste plus ou moins couverte par les viscères abdominaux et par les œufs qui se trouvent en si grande abondance chez les femelles.

*Action thermique sur les fibres nerveuses.*

Il résulte des travaux de Kühne et d'autres encore, que le cylindre-axe des fibres nerveuses est constitué, du moins en grande partie, par une substance myosinique, et que de plus, selon divers histologistes, il se continue et se confond presque, dans ses terminaisons, avec la substance contractile des fibres musculaires. D'après cela, il me parut intéressant de connaître quelle aurait été la manière de se comporter des fibres nerveuses à ces mêmes degrés de chaleur auxquels se coagule la myosine dans les muscles du même animal.

Ici encore la science possède des données sur l'hyperthermie au sujet desquelles on peut faire les mêmes réflexions que nous avons émises à propos des fibres musculaires.

Je fis des expériences à ce sujet, en plongeant dans le bain d'eau une des extrémités postérieures, puis en essayant la sensibilité de la peau avec la pince et avec l'acide nitrique. Dans la saison d'été, le résultat de l'expérience fut, que dans le bain à environ 43° pendant 5', à peu près, la sensibilité semblait abolie, mais elle reparaisait ensuite; à 44°, en général, elle était abolie pour toujours; cependant dans les cas de strychnisme (pas trop avancé parce que, alors, la sensibilité diminue), je pus constater que, chez des grenouilles vivaces, en général, la peau était encore sensible à 44° et parfois même à 45°, tandis que les muscles de la patte étaient à l'état de rigidité; dans le cas de strychnisme je m'en tenais spécialement à l'excitation chimique, l'excitation mécanique pouvant très facilement induire en erreur. — Chez des grenouilles non empoisonnées, j'eus encore quelques rares cas de résistance de la sensibilité à 45° pendant 5'. — La sensibilité se conserva aussi dans un bain à 42°,5 pendant 10'-13'.

L'éther (1), la digitaline ne parurent pas modifier sensiblement, chez

---

(1) Selon CL. BERNARD (*Propriété des tissus vivants*, p. 92), chez la grenouille,

les grenouilles, la durée de la sensibilité par rapport à l'hyperthermie: en plongeant les grenouilles depuis la bouche jusqu'à la racine des cuisses, on trouva que la sensibilité de la peau se comportait à peu près comme lorsque le membre seul était plongé dans le bain et que la moelle était en dehors.

En hiver on trouva la peau encore sensible à 45° pendant 5' et même un peu au delà de 45°. Dans l'huile (en hiver) la peau demeura sensible à l'acide nitrique dans un bain à 47° pendant 8', et même, en quelques cas, jusqu'à 48° pendant 8'. En général, la peau de la patte se conservait plus longtemps sensible que celle du pied, en raison, peut-être, de la ténuité de la membrane interdigitale.

Pour être plus sûr de la durée d'un certain degré de chaleur sur les fibres nerveuses motrices, je finis par m'arrêter au mode d'expérimentation suivant: après avoir enlevé une bonne partie des viscères abdominaux, de manière que les nerfs lombaires restassent à nu depuis leur origine jusqu'à la naissance des cuisses, la grenouille était plongée depuis la tête jusqu'à la racine des cuisses, ou bien on l'enfonçait dans le bain depuis la pointe du pied jusqu'au point où les nerfs lombaires émergent de la moelle épinière, en tenant accolée au corps et relevée l'autre extrémité, de manière que, au moins la jambe, fût en dehors: après le bain, on éprouvait les nerfs lombaires avec la pince. Entre les deux modes de procéder, peut-être le premier est-il encore préférable, parce que, dans le second, la cuisse accolée et relevée protège beaucoup les nerfs lombaires du côté respectif contre l'action thermique: toutefois ce dernier a l'avantage de tendre à conserver la moelle épinière.

En été cependant j'eus recours à d'autres moyens d'expérimentation.

---

l'éther et le chloroforme, en rendant pour ainsi dire latente la vie des nerfs sensibles, comme le fait l'action du froid pendant l'hiver, lui permettent de supporter des doses de poison, qui autrement seraient deux ou trois fois mortelles; comme on le voit par mes expériences, ceci n'est pas exact en ce qui regarde la chaleur. Ensuite, si l'on observe les animaux homoïothermes, l'éther et spécialement le chloral paraissent se comporter à l'inverse, c'est-à-dire qu'ils rendent l'hyperthermie moins tolérable. Déjà Ch. Richet avait appelé l'attention sur ce point, et voici ce qu'il rappelle de nouveau JEAN-FÉLIX RALLIÈRE (*Recherches expérimentales sur la mort par hyperthermie et sur l'action combinée du chloral et de la chaleur*. Paris, 1888); d'après les expériences de l'auteur faites sur des chiens, le chloral chez les sujets à température élevée (42°-43°), devient rapidement mortel; c'est pourquoi, dans la posologie des médicaments il faudra tenir soigneusement compte des températures.

mais sans découvrir les nerfs lombaires, de sorte que pour les raisons déjà indiquées pour le cœur, je ne crois pas les résultats relatifs assez décisifs: quoi qu'il en soit, j'en rapporte ici quelques-uns.

Après avoir enlevé la peau à la région dorsale, on mit la grenouille tout entière, les jambes exceptées, dans un bain à 51° pendant 4': après avoir ensuite découvert et excité les nerfs lombaires avec la pince, ils ne donnèrent pas de mouvements dans les pattes: à 50° pendant 5' ils présentèrent des mouvements dans les pattes respectives; à 50°,5 pendant 5', les nerfs lombaires excités produisirent seulement des oscillations fibrillaires, spécialement observables au tact ou à la vue après qu'on avait dépouillé les muscles; à 46° pendant 16' les nerfs lombaires ne parurent provoquer de mouvements d'aucune sorte.

Dans les expériences faites en hiver et avec l'eau, je plongeais les grenouilles avec la tête jusqu'aux cuisses après avoir d'abord mis à nu les nerfs lombaires; en excitant ces derniers après un bain de 46° et même de 47° pendant 5', on observait encore de légers mouvements dans les pattes correspondantes, mais il n'y avait jamais de mouvements réflexes: au delà de ce degré, en général, il n'y avait plus de mouvement, mais dans des cas très exceptionnels j'en eus trace même à 48° pendant 5'. En opérant de la même manière et également d'hiver, mais avec l'huile, les nerfs lombaires donnèrent des signes de mouvement à 49° pendant 8' et même quelques rares fois à 50°.

Remarquant que le bain d'huile était beaucoup mieux supporté que le bain d'eau, j'essayai d'y plonger le doigt: dans de l'eau à 51° je ne résistais que quelques secondes, comme aussi dans le bain d'huile à 60°; mais à 58° je résistais indéfiniment sans être incommodé. Je ne m'arrête point ici à chercher la raison du fait, je me borne à le mentionner.

Enfin ayant examiné aussitôt au microscope les nerfs lombaires traités par le bain chaud, on trouva que ces nerfs découverts et exposés dans l'eau à 50° pendant 5' n'offraient aucune altération, tant pour les fibres minces que pour les grosses, tandis que j'aurais cru que les premières spécialement auraient été altérées, vu que le sens déjà vers 44°-45° s'abolit dans la peau. Toutefois il est vrai de dire que, dans celle-ci, les fibres sensibles se trouvent peut-être plus facilement accessibles à l'action de la chaleur que dans les nerfs lombaires; mais, d'autre part, comme on l'a dit, ces nerfs étaient à nu. Les fibres examinées à frais et avec les fixateurs ne montrèrent pas de différences

avec les fibres normales; le cylindre-axe, lui aussi, pouvait très bien s'y mettre en évidence; à 55° pendant 5', dans l'eau comme aussi dans l'huile, on rencontra une fine granulation dans la moelle; avec le nitrate d'argent on obtint les croix latines, et avec la créosote les cylindres axiles; à 60°, dans l'eau, les fibres présentaient ce qu'on appelle la coagulation de la myéline; le cylindre-axe n'apparut plus ni avec la créosote ni avec l'acide acétique glacial; les croix latines ne montraient guère de distinct que la barre longitudinale.

De tout ce qui a été exposé jusqu'ici, il me semble que l'on peut déduire les conclusions suivantes :

1° Les membres de la grenouille, dans un bain d'eau chaude pendant 5', entrent en rigidité thermique vers 44° C., dans des cas exceptionnels la myosine résiste à la coagulation même à 45° environ. Les grenouilles petites et malades peuvent présenter la rigidité même entre 42° et 43°. En hiver, la myosine résiste un peu plus qu'en été à la coagulation.

Dans les degrés de chaleur très voisins du degré nécessaire pour la coagulation, il se produit un commencement de rigidité qui, après un quart d'heure environ, peut disparaître presque complètement.

Dans le bain d'huile pendant 8' la rigidité arrive entre 47° et 48°.

2° Les fibres sensibles se présentent encore telles dans la peau du membre, dont les muscles sont déjà entrés en rigidité, et cela plus spécialement chez les grenouilles strychnisées; dans ces dernières, la sensibilité survivait encore après un bain d'eau à 45° pendant 5'. Dans l'été, en général, les grenouilles perdent la sensibilité vers 44° ou très peu au delà, dans l'hiver vers 45°; dans l'huile pendant 8', et d'hiver, vers 47°-48°.

3° Les fibres motrices des nerfs lombaires, exposés à nu dans un bain d'eau pendant 5' (hiver) à 46°-47°, provoquent encore, lorsqu'on les excite, de légers mouvements: dans l'huile pendant 8', elles peuvent les présenter même à la température de bain à 49° et parfois plus.

4° Le cœur entre en rigidité à la même température que les muscles.

5° Quelques poisons, éther, digitaline, strychnine, ne démontrent pas d'influence sensible sur la rigidité thermique; la strychnine rend un peu plus longtemps observable la sensibilité des fibres nerveuses soumises à l'hyperthermie.

6° L'hyperthermie mortelle pour les fibres nerveuses ne produit



pas chez elles d'altérations observables au microscope, même en la poussant un peu au delà de 50°.

7° L'hyperthermie amenant la mort, d'abord dans la fibre musculaire, puis dans la fibre sensitive et en dernier lieu dans la fibre motrice, nous démontre une différence chimique entre les fibres nerveuses; de plus elle prouve que le cylindre-axe est constitué par une substance qui, pour sa coagulation à la chaleur, est tout autre que comparable à la myosine, et que par conséquent, chimiquement, les terminaisons des fibres motrices ne peuvent peut-être pas être confondues avec la substance contractile des fibres musculaires.

---

## *Les ancêtres des myriapodes et des insectes* <sup>(1)</sup>

---

*Anatomie comparée des Thysanoures  
et considérations générales sur l'organisation des insectes*

par M. le Prof. **BATTISTA GRASSI.**

---

§ IX. *Position systématique des Thysanoures.* — A) *L'ordre des Thysanoures est-il naturel?* — Tous les genres des Thysanoures ont été l'objet de mes recherches (2) au point de vue anatomique et, pour une très petite part, au point de vue embryologique. Demandons-nous maintenant si le groupe des Thysanoures, tel qu'il a été fondé par les systématiques, est naturel.

Pour ce qui est des genres que l'on comprend dans les Thysanoures, tous les auteurs sont d'accord, excepté les Américains qui veulent

---

(1) Suite et fin. Voir *Archives italiennes de Biologie*, t. XI, pp. 1 et 291.

(2) Le *Dasyplepus* du carbonifère décrit en 85 par BRONGNIART (*Les insectes fossiles d. terrains primaires*, in *Bull. Soc. de Rouen*), est-il vraiment un Thysanoure? Cela est difficile à dire. Il faudrait rechercher les traces des oviscaptes.

aussi considérer la scolopendrelle comme un Thysanoure. Cette opinion ne me semble pas fondée, parce que la scolopendrelle a évidemment les caractères des myriapodes, comme je l'ai déjà démontré (vaisseau supraspinal, glandes génitales ventrales, ouverture génitale au quatrième anneau du tronc, chaîne ganglionnaire comme chez les chilognathes, pattes à tous les segments, etc.).

En excluant cet animal du groupe des Thysanoures, celui-ci reste assez homogène. Les formes qu'il comprend doivent se classer comme ci-après :

#### SUPERORDO ORTHOPTERA s. lat.

##### Ordo THYSANURA (Syn. Aptera).

###### Subordo I. ENTOTROPHI.

Familia I. CAMPODEADAE: Gen. *Campodea* (avec une seule espèce).

Familia II. JAPYGIDAE: Gen. *Japyx* (avec un très petit nombre d'espèces).

###### Subordo II. ECTOTROPHI.

Familia I. MACHILIDAE: Gen. *Machilis* (avec un petit nombre d'espèces).

Familia II. LEPISMIDAE: Gen. *Nicoletia* (avec deux espèces), *Lepismna* (avec très peu d'espèces), *Lepisma* (avec deux sous-genres, c'est-à-dire *Lepisma* s. st. et *Thermophila* et de nombreuses espèces).

Ma distinction des Thysanoures en deux sous-ordres est-elle justifiée? Quels rapports ont-ils l'un avec l'autre?

Les entotrophes représentent en général les formes les plus simples et les ectotrophes les plus compliquées. Les principales différences entre les sous-ordres sont les suivantes :

I. L'appareil buccal des entotrophes est en partie interné dans la tête (mâchoires et mandibules) et en partie fondu en une plaque protectrice de l'ouverture buccale (lèvre inférieure). L'appareil buccal des ectotrophes a conservé et exagéré les conditions embryonnaires des entotrophes, c'est-à-dire qu'il possède des mâchoires et des mandibules externes, lèvre inférieure profondément divisée.

II. Les entotrophes peuvent avoir onze stigmates, les ectotrophes n'en ont jamais plus de dix. Les anastomoses des troncs trachéaux des entotrophes ne sont pas homologues à celles des ectotrophes.

III. Les tubes de Malpighi sont rudimentaires chez les entotrophes et bien développés chez les ectotrophes.

IV. Chez les ectotrophes il y a des oviscaptes bien développés et fournis de glandes; celles-ci font défaut et ceux-là sont à peine indiqués (papilles) chez les entotrophes; le neuvième segment ne participe pas à la formation des organes génitaux externes chez les entotrophes; il y participe largement chez les ectotrophes.

V. Les antennes des entotrophes sont composées d'articles tous fournis de muscles; ceux-ci existent à peine à l'article basilaire des ectotrophes.

VI. Chez les entotrophes, on trouve à peine deux cerques caudals (pattes transformées) et il y en a trois chez les ectotrophes (les pairs sont des pattes transformées et l'impair représente la queue).

VII. Chez les entotrophes la mue est partielle et chez les ectotrophes elle est totale.

Les différences indiquées ici suffisent à fixer deux sous-ordres, mais elles ne peuvent rien de plus. En effet, il est vrai que l'appareil buccal a une grande valeur et que ses différences chez les entotrophes et les ectotrophes sont considérables, mais on ne peut oublier qu'un grand nombre d'insectes changent d'appareil buccal au cours de leurs métamorphoses et que cet appareil masticateur devient suceur, ou viceversa; p. ex. chez quelques coléoptères adultes on trouve un appareil suceur; tout cela indique une facilité innée de l'appareil buccal à se transformer; rien d'extraordinaire à ce que l'on trouve aussi cette facilité dans les formes inférieures (Thysanoures), d'autant plus que les caractères les plus stables chez les formes supérieures sont souvent très inconstants chez les inférieures, et nous allons en voir un exemple.

Les divergences de l'appareil respiratoire sont de moindre importance et, en effet, les différences notées plus haut ne sont pas essentielles; elles se font remarquer lorsqu'on compare *Japyx solifugus* aux ectotrophes, mais elles disparaissent en partie si l'on prend *Campodea* ou *Japyx Isabellae* pour terme de comparaison. Dans tous les cas on peut dire que l'appareil respiratoire est divergent dans les différentes formes de Thysanoures et, si l'on voulait se baser seulement sur cela, on pourrait élever chaque famille au rang de sous-ordre. Le nombre des tubes de Malpighi n'a pas non plus une grande valeur. A ce propos je dois faire observer que Brauer leur a donné une trop grande importance dans la distinction des ordres d'insectes; leur nombre peut être énormément instable, non-seulement dans les diffé-

rents genres, mais aussi dans une même espèce, car il croît et diminue tour à tour pendant la métamorphose.

Je donne encore moins de valeur aux appendices génitaux externes. Entre la blatte et la locuste qui sont, de l'avis de chacun, de véritables orthoptères, il n'y a pas moins de différence dans ces organes, qu'entre les entotrophes et les ectotrophes. Quant à la participation du neuvième segment à la formation des organes génitaux externes, il s'agit seulement d'une différence de degré, et, en effet: chez *Campodea*, le huitième segment seul est génital, chez *Japyx* l'intersegment entre le huitième et le neuvième l'est aussi, chez les ectotrophes le neuvième segment aussi. La division du neuvième sternite, chez *Japyx*, peut être considérée comme un préparatif pour cette transformation.

Les divergences des antennes et des cerques caudals sont importantes, cependant elles ne valent pas plus qu'un sous-ordre.

La mue partielle a aussi une certaine valeur, mais il n'y a qu'un pas entre la partielle et la totale; en effet, il suffit d'un léger épaissement de la cuticule pour rendre la mue totale au lieu de partielle.

La distinction des Thysanoures en deux sous-ordres est donc justifiée. Une plus forte scission ne nous semble pas permise (1). Les entotrophes doivent être considérés, pour l'ensemble de leur organisation, comme inférieurs aux ectotrophes.

B) *Quels rapports ont les Thysanoures avec les divers ordres d'insectes proposés par Brauer (2) et avec les Collembolés?*

Commençons par les relations des Thysanoures avec les véritables Orthoptères.

Ces relations sont si étroites que, si, dans les Thysanoures, l'on connaissait seulement *Leptisma*, on n'hésiterait pas à la classer parmi les véritables Orthoptères et que l'ordre des Thysanoures devrait être effacé. Ainsi, pour instituer un parallèle entre ceux-ci et ceux-là, je m'occuperai surtout des Thysanoures supérieurs et je me bornerai aux ressemblances.

Aussi bien chez les Thysanoures que chez les véritables Orthoptères, le corps peut être protégé par des poils ou par des écailles.

---

(1) Schneider sépare *Campodea* des Thysanoures. Il se base sur le fait que l'ovaire de *Campodea* présente des cellules nutritives qui manquent aux autres Thysanoures. Malheureusement elles manquent aussi à *Japyx*, que nul ne songerait à mettre dans un autre ordre que *Campodea*.

(2) *System. zoolog. Studien* aus d. XCI Bande d. *Sit. d. kais. Akad. Wissenschaft.* I Abth. Mai-Heft Jahrg. 1885, Wien.

Chez plusieurs véritables Orthoptères, le squelette cutané n'est pas beaucoup plus développé que chez les Lépismides. La suture dorsale de la tête des Thysanoures a une grande analogie avec celle de tous les véritables Orthoptères (suture entre le front et le vertex de Brunner von Wattenwyl) (1). Les apodèmes sont aussi représentés.

Le système nerveux est essentiellement pareil; il est vrai que, chez la blatte, les ganglions abdominaux sont au nombre de six, mais chez *Leptisma* il y a déjà la tendance du septième et du huitième ganglion à se fondre ensemble; donc la condition de la blatte exprime une exagération de celle de *Leptisma*. Un sympathique (un véritable sympathique avec ganglions) manque, non-seulement chez les Thysanoures, mais aussi chez plusieurs véritables Orthoptères. Les nerfs stomatogastriques (viscéraux pairs et impairs) et les ganglions relatifs existent dans des conditions très semblables chez les Lépismides et chez les véritables Orthoptères; seulement je n'ai pu m'assurer s'il y avait chez *Leptisma* le ganglion ventriculaire des Orthoptères (l'ont-ils tous?).

L'œil composé de *Leptisma* et de *Machilis* trouve son pareil chez la blatte à cause de l'absence de lame rétinique (2). Un certain nombre de véritables Orthoptères ont des cônes cristallins comme ceux de *Machilis*.

Les stigmates des Lépismides sont semblables à ceux de la blatte et, en général, à ceux des véritables Orthoptères. Le système trachéal de la blatte réunit les conditions de *Japyx* et de *Leptisma*, mais il présente des différenciations ultérieures pour son compte. Chez *Gryllotalpa*, les anastomoses trachéales manquent peut-être comme chez *Machilis* et *Campodea*.

Chez les Thysanoures supérieurs un jabot et un proventricule (gésier) se différencient; ils persistent chez un grand nombre de véritables Orthoptères. *Machilis* et *Campodea* ont les sacs ventriculaires caractéristiques des véritables Orthoptères. L'intestin moyen et postérieur des Thysanoures supérieurs est aussi comme celui des Orthoptères. Les glandes salivaires de *Leptisma* rappellent beaucoup celles de la blatte. Il y a un grand nombre de tubes de Malpighi chez les véritables Orthoptères adultes, mais il y en a beaucoup moins chez les jeunes individus (de huit à seize chez la blatte, quatre chez *Gryllotalpa*) et

(1) *Prodromus d. Europäischen Orthopteren*. Leipzig, 1882.

(2) CARRIÈRE, *Die Seorgane der Thiere*, 1885. Strassburg, V, et aussi HICKSON, in *Quart. Journ. of Micr. Sc.*, Apr. 85.

leur nombre dans ce dernier cas fait penser à ceux des Thysanoures; du reste la tendance des tubes à se diviser et à se multiplier est déjà évidente chez *Machilis*.

Le système vasculaire est aussi pareil chez les véritables Orthoptères et chez les Thysanoures.

L'ovaire de *Leptisma* est peu différent de celui de blatte; l'utérus, la vagine, les glandes sébacées et le réceptacle du sperme existent chez ces deux formes. Les oviscaptes et les lames subgénitales (dérivées des sternums abdominaux, huitième et neuvième) présentent de grandes variations chez les véritables Orthoptères, variations parmi lesquelles il y en a qui rappellent les conditions de *Machilis* et des *Lépismides*.

Il y a aussi de grandes ressemblances entre les organes génitaux masculins; les anastomoses caractéristiques des conduits déférents de *Machilis* rappellent celles de la Blatte.

En général, chez les Thysanoures, la complication et l'agrandissement de l'appareil génital externe combinés avec une tendance de cet appareil à se rapprocher de l'extrémité postérieure du corps font que nous assistons à un déplacement en arrière de l'ouverture génitale. Un semblable déplacement se voit aussi chez les véritables Orthoptères dont l'ouverture génitale femelle peut encore se rapporter à la partie postérieure du huitième segment ou à la limite du huitième et du neuvième, tandis que l'ouverture génitale mâle appartient au neuvième segment; le tout comme chez les Lépismides.

Selon Brunner von Wattenwyl (1) et Dewitz (2), les segments abdominaux des véritables Orthoptères sont au nombre de dix, en comprenant aussi comme un segment les trois valves anales; selon moi (v. plus haut) celles-ci ne représentent pas un segment, de sorte que je considère les segments abdominaux des véritables Orthoptères comme étant au nombre de neuf; il est vrai que, chez les Thysanoures, il y en a dix, mais le dixième des Lépismes peut déjà être considéré comme rudimentaire en comparaison de celui de *Campodea*. Je dois dire aussi que cette réduction est en rapport avec la tendance en question de l'ouverture génitale à s'approcher de l'extrémité postérieure de l'abdomen (3).

(1) *Die Morphologische Bedeutung d. Segment etc., bei d. Orthopteren*. Wies. 1876.

(2) Je cite de mémoire.

(3) BERLESE (Acc. Lincei, Memorie, 1882) dans un intéressant ouvrage mal-

Les antennes des Lépismides et de *Machilis* ainsi que leur appareil buccal et locomoteur sont comme ceux des véritables Orthoptères. Il existe de petites divergences dans le nombre des articles des palpes; cependant le nombre caractéristique des véritables Orthoptères se retrouve déjà pareil, ou à peu près, chez les Thysanoures supérieurs. La lèvre inférieure se présente divisée tant chez *Machilis* et *Leptomachus* que chez les véritables Orthoptères; chez ces derniers elle l'est moins profondément que chez les autres. Les fausses pattes et les vésicules abdominales, qui tendaient à disparaître chez les Thysanoures, ont disparu chez les Orthoptères véritables; cependant on rencontre çà et là des organes comparables aux fausses pattes (par ex., selon Haase, sur les deux paires postérieures de pattes des blattides, qui se comportent, par conséquent, comme *Machilis*).

Les mues des Orthoptères véritables ne semblent pas différentes de celles des Lépismides et de *Machilis*. On peut déduire du peu que l'on sait que l'appareil buccal non plus n'est pas très différent chez les formes en question.

Les ailes manquent aux Thysanoures, mais ces organes font aussi défaut à plusieurs véritables Orthoptères. Brauer a assuré sans en donner aucune preuve : I) que les Thysanoures n'ont jamais eu d'ailes; II) que les véritables Orthoptères sans ailes en ont eu et les ont perdues. La première de ces assertions est appuyée par mes études, mais la seconde a besoin d'être démontrée comme je le dirai plus exactement dans le dernier paragraphe.

Maintenant on se demande ce qui reste des énormes différences établies par Brauer (1) entre ses Apterygogenea (Aptera de Haeckel et de Gegenbaur) (Synaptera de Packard jun.) et les véritables Orthoptères, différences sur lesquelles il base la distinction fondamentale des insectes en Apterygogenea et Pterygogenea, mettant ainsi, entre les deux groupes, un abîme énorme! Le degré de divergence entre les Thysanoures supérieurs et les véritables Orthoptères ne dépasse pas de beaucoup celui qui existe entre les différentes familles de ces derniers. Certainement si nous pouvions faire disparaître *Machilis* et les

---

heureusement limité aux véritables Orthoptères les plus perfectionnés) compte onze anneaux abdominaux et par conséquent, selon lui, l'orifice des organes génitaux est sur des anneaux postérieurs à ceux indiqués plus haut.

(1) Je cite seulement Brauer qui est le plus récent et le plus compétent. D'autres auteurs ont été rappelés par Brauer même.

Lépismides il resterait une interruption considérable entre les entotrophes et les véritables Orthoptères! Pour conclure, quoique les théories préoccupent toujours l'intelligence, un observateur impartial devra convenir que les ectotrophes forment un pont entre les Thysanoures entotrophes et les véritables Orthoptères. Il me semble que j'ai largement démontré cette thèse qui se trouve indirectement soutenue par les quelques observations que j'ai pu faire sur le développement de *Japyx*; en effet je me suis assuré que l'œuf de cet animal doit présenter un processus de segmentation qui ne peut être essentiellement différent de celui des Ptérygogènes; il doit se revêtir d'un amnios, etc.

Dans ces comparaisons je n'ai pas mentionné les Forficules et les Corrodentia, parce que, à l'exemple de Brauer, je vais en parler séparément.

Brauer (et avant lui, Packard jun. (1)) a détaché les Forficules des véritables Orthoptères et en a fait un ordre à part (Dermaptèra). Nous pouvons établir que, entre les Thysanoures et les Dermaptères, il y a une étroite parenté: les nombreux caractères d'Orthoptères communs aux uns et aux autres constituent leurs principaux points de ressemblance. Ajoutons: 1° que la séparation des tiges de la lèvre inférieure est presque totale chez les Dermaptères et qu'elle est totale chez les Thysanoures ectotrophes; 2° que le forceps de *Japyx* est comme celui qu'on trouve chez les Dermaptères. La différence la plus importante entre les Thysanoures et les Dermaptères se trouve dans les organes génitaux masculins: chez ceux-ci le canal d'élimination des produits sexuels (mésodermique) est double, ainsi que son orifice (ectodermique) à l'extérieur. En prenant *Campodea* pour terme de comparaison (Pl. IV, fig. 47), comme nous l'avons dit plus haut, il résulte que la différence n'est pas énorme; en effet chez *Campodea* le canal d'élimination (mésodermique) est double: seulement les orifices extérieurs (ectodermiques) se sont fondus ensemble et ont formé un canal impair (canal éjaculateur). Un fait semblable se trouve déjà chez la femelle des Dermaptères; du reste des faits de ce genre sont très communs aussi bien dans le groupe des trachéates que dans d'autres groupes: l'organe impair vient souvent de la fusion d'organes pairs. On peut trouver des détails à ce sujet dans le Mémoire de Palmen.

(1) *The systematic position of the Orthoptera* (4 Report of the Entom. Commission, 1884).



Brauer a aussi séparé les Corrodentia des Orthoptères. Pour la comparaison de ceux-ci avec les Thysanoures, il suffit d'indiquer que la comparaison faite plus haut à propos des Orthoptères est valable pour les Corrodentia comme pour les Dermaptères, sauf que les poches ventriculaires manquent aux Corrodentia comme à un grand nombre de Thysanoures.

Il faut noter que si les *Orthoptera genuina s. st. Corrodentia* et *Dermaptera* peuvent être considérés comme trois ordres séparés, comme le veut Brauer, ils présentent entre eux une *grande affinité*, ce qui explique la position des Thysanoures qui, au fond, concordent avec les trois ordres par leurs appareils organiques. On pourrait aussi demander si la création des trois ordres proposée par Brauer est véritablement justifiée? Celui-ci se base spécialement sur les organes qui manquent à tous les Thysanoures, soit, sur les ailes; eh bien! moi qui suis un peu compétent, je ne trouve pas que les différences de ces organes dans les trois ordres soient vraiment remarquables. En effet les ailes des Corrodentia se rapprochent beaucoup de celles des blattes, comme l'a déjà établi Hagen (1) et comme l'a récemment confirmé Redtenbacher (2). Les ailes des Dermaptères sont, selon ce dernier auteur, très semblables à celles de certaines Blattes (Eleutherodea). A la suite de ces indubitables ressemblances des ailes et des ressemblances que l'on trouve dans les autres appareils organiques, je penche pour ne pas accepter la proposition de Brauer et je reviens à l'ordre des Orthoptères dans le sens large pour y comprendre *Thysanura*, *Corrodentia*, *Dermaptera* et *Orthoptera s. st.*

Dans tous les cas, les faits importants sont ceux-ci : I) que l'on passe graduellement des Thysanoures aux véritables Orthoptères, aux Corrodentia et aux Dermaptères ; II) que les caractères qui séparent tous ces groupes sont beaucoup moins importants que ne l'admet Brauer ; III) que la distinction d'Aptères et de Ptérigotes n'a pas de base solide ; IV) que, dans quelque système que ce soit, les aptères doivent être mis à côté des Orthoptères vrais.

Mais, dans les Orthoptères s. l., Gerstäcker comprend aussi Ephemeridae, Odonata, Plecoptera (Perlariae). Il est difficile de dire s'il a raison. Je croirais volontiers que oui. Ceux qui considèrent les trois

(1) *Monographie der Termiten.*

(2) *Ann. d. k. h. Naturhist. Hofmuseum. Bd. I. Vergleich. Studien ü. d. Flügelgeäder d. Insecten.* Wien, 1896.

derniers groupes comme des ordres indépendants se règlent essentiellement d'après les ailes, l'appareil buccal et les ouvertures sexuelles doubles : aucun de ces arguments ne me paraît suffisamment valable. En effet, pour ce qui est des ouvertures sexuelles je n'ai qu'à répéter ce que j'ai déjà dit à propos des Dermaptera. Quant aux ailes, je citerai encore Redtenbacher; celui-ci observe : I) que les ailes des Odonates se rapprochent, par une quantité de caractères, de celles des Orthoptères et des Perlaires, mais plus particulièrement de celles des Éphémérides; II) que les Perlaires sont proches parents des Blattides et des Mantides pour ce qui regarde les ailes; III) que les caractères primitifs de l'aile chez les Éphémérides rattachent celles-ci aux Orthoptères. Enfin, quant à l'appareil buccal, les recherches de Gerstäcker (1) et de Wolter (2) ont démontré la possibilité de réunir les Éphémérides, les Perlaires et les Odonates aux Orthoptères (*sensu lato*).

En somme je tends à retourner aux Orthoptères dans le *sensu lato* de Gerstäcker, pour y comprendre les Thysanoures, les Orthoptères vrais, les Corrodentia, les Dermaptères, les Éphémérides, les Perlaires et les Odonates. N'oublions pas pourtant qu'entre les Thysanoures, les Perlaires, les Éphémérides et les Odonates il y a de très grandes différences, quoique les branches des trois derniers groupes aient, en partie, une convergence et, en partie, une homologie avec les vésicules abdominales du premier. La principale cause de la différentiation doit être cherchée dans l'adaptation temporaire à la vie aquatique.

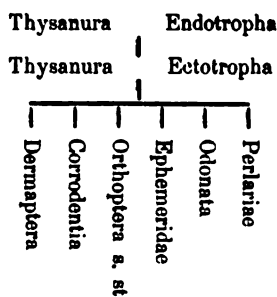
Conclusion : *les Thysanoures sont l'ordre le plus bas des Orthoptères (s. l.) : les autres Orthoptères (s. l.) sont dérivés (comme tant d'autres branches un peu divergentes) d'insectes voisins des Thysanoures.*

Ma manière de comprendre les rapports des différents Orthoptères (*s. lato*, c'est-à-dire de Gerstäcker) est assez bien indiquée dans le schéma suivant :

---

(1) *Z. Morphologie der Orthoptera Amphibiotica* (Separatabdruck).

(2) *Die Mundbildung d. Orthopteren*, Greifswald, 1883.



Qu'il y ait dans cet *ordo*, ou plutôt, *superordo* des Orthoptères s. l. (on pourrait les appeler *Protentoma* en conservant le nom de *Me- tentoma* aux autres insectes) une grande variété de formes, cela ne peut nous étonner, car il est prouvé maintenant que les groupes inférieurs de l'échelle zoologique comprennent souvent des êtres très différents et que, chez les inférieurs, on trouve instable ce qui, dans les groupes supérieurs, devient tout à fait stable.

Mon arbre généalogique n'est pas une idée nouvelle, je l'admets facilement; mais il me semble que la classification un peu ancienne, à laquelle je me tiens, se trouve avoir, dans cet ouvrage, une base morphologique très étendue.

Le résultat le plus important de mes recherches est la pleine justification de l'hypothèse, que les Thysanoures sont les insectes les plus primitifs que nous connaissions, du moins pour la plus grande partie de leurs appareils organiques.

Cependant l'hypothèse qu'il puisse y avoir un abîme entre le système trachéal, ouvert à l'extérieur, des Thysanoures et celui des insectes supérieurs, également ouvert à l'extérieur, ne me paraît plus soutenable. Cette hypothèse était basée sur le fait que le système trachéal des Thysanoures était considéré comme ouvert primitivement et celui des autres insectes comme l'étant devenu secondairement; maintenant on note un passage graduel des Thysanoures aux Orthoptères vrais et il n'y a pas de raison pour croire que les Orthoptères vrais aient été autrefois amphibiotiques comme les Éphémérides p. ex. Ajoutons que les caractères primitifs (ailes et ouvertures sexuelles) des Éphémérides ne sont pas suffisants pour les faire mettre à la base de l'arbre généalogique des insectes, surtout si l'on considère que certaines autres dispositions organiques expriment une différenciation très avancée (métamorphose, etc.).

La conservation des Éphémérides est peut-être en rapport avec leur adaptation à la vie aquatique dans la période larvale.

Il reste à comparer les Thysanoures avec les ordres supérieurs, c'est-à-dire avec les *Metentoma*, comme je les ai nommés plus haut.

Pour cela on doit reconnaître qu'il n'y a presque pas de ressemblances que l'on puisse prendre pour points de comparaison entre les Thysanoures supérieurs et les Métentomes à l'état parfait. On trouve au contraire de nombreux points de contact entre les Thysanoures et les larves des Métentomes; un grand nombre de Métentomes passent par une période larvale où ils sont campodéiformes ou japygiformes.

Un point spécial a déjà été mis en relief par Meinert (1). Les Rhynchotes peuvent être considérés comme dérivés des Thysanoures entotrophes. L'appareil buccal de ceux-ci peut sans grandes modifications se transformer en appareil buccal de ceux-là, parce qu'ils sont faits sur le même type. Le fait que la lèvre inférieure, chez *Japyx*, présente deux sutures transversales, rappelle les Rhynchotes chez lesquels la lèvre inférieure se compose de plusieurs articles (généralement et au plus quatre); il faut se souvenir à ce propos que les larves des Rhynchotes ont déjà l'appareil suceur comme les adultes. Il ne manque pas d'autres points de comparaison entre les Thysanoures et les Rhynchotes: je crois que ces points augmenteront quand on fera sur ces derniers des recherches qui auront pour point de départ les premiers. Tout ceci s'harmonise avec la géologie qui nous enseigne que les plus anciens insectes sont les Orthoptères vrais (silurien), puis viennent les Corrodentia, les Odonates, les Perlaires, les Éphémérides et, un peu plus tard, les Rhynchotes. A ce propos il faut noter aussi que les résidus fossiles des insectes sont presque exclusivement constitués par des ailes; nous ne sommes donc pas étonnés qu'il n'y ait aucun Thysanoure jusqu'au carbonifère (Brogniart).

Jusqu'ici j'ai parlé des Thysanoures; mais où laisser les Collembolés? Il résulte de mes études que les Collembolés sont à côté des Thysanoures; par conséquent cela donne une base solide à l'idée (qui en réalité était presque un préjugé avant mes études) que les Collembolés sont des Thysanoures qui ont subi une adaptation particulière consistant, comme toujours, en réductions, d'un côté, et en perfectionnements, de l'autre. Le tube ventral et l'appareil du saut sont des per-

---

(1) *Magazine of nat. history*. S. 3, vol. XX, 1867, p. 361.

sectionnements particuliers aux Collembolés (1). Le système trachéal, la segmentation de l'abdomen, la chaîne ganglionnaire, les fausses-pattes, les vésicules abdominales, etc. sont réduits.

Des études ultérieures sur les Collembolés conduiront peut-être à les réunir aux Thysanoures entotrophes, je le pense à cause de l'appareil buccal, du tube ventral (2), du canal digestif, etc. Il est douteux que les Collembolés aient conservé des caractères primitifs; l'un de ceux-ci serait le stigmate céphalique de certains *Sminthurus*, si l'on réussissait à démontrer qu'il appartient vraiment à la tête: il pourrait être comparé à celui de la Scolopendrelle.

Après avoir discuté les rapports des Thysanoures avec les autres insectes, comparons-les aux autres arthropodes et précisément aux groupes les plus voisins, c'est-à-dire aux Symphyles, aux Chilopodes, aux Protrachéates, et aux Arachnides.

Je commence par les Symphyles. Pour cette comparaison je considère naturellement d'une manière plus spéciale les Thysanoures primitifs et je garde aussi sous les yeux les Collembolés si voisins des Thysanoures.

Les points de ressemblance sont nombreux; voici les principaux:

I. Cuticule mince.

II. Absence de ganglions sympathiques.

III. Présence d'un stigmate céphalique chez les Scolopendrelles et peut-être chez quelques Collembolés (je me souviens qu'il existe quelque chose de ce genre dans l'embryon de l'abeille).

IV. Deux pièces endosquelettiques (mésoderme?) placées près de la face ventrale de la tête.

V. Suture épicroânienne.

VI. Tube intestinal très simple et qui, dans les deux formes, se distingue en trois parties; chez les Thysanoures les tubes Malpighiens présentent des conditions très variées, parmi lesquelles on peut comprendre aussi celle des Scolopendrelles; il existe une seule paire de

---

(1) Si les recherches de Sommer sont exactes (*Zeitschr. f. Wiss. Zool.*, Bd. 41, Viertes Heft), les Collembolés sont plus voisins des insectes supérieurs que les Thysanoures, sur un point, c'est-à-dire dans la présence des muscles aliformes du cœur.

(2) On pourrait supposer que le tube ventral ait aussi quelque chose à faire avec les vésicules abdominales. Il faudrait faire de nouvelles recherches sur les Collembolés.

glandes salivaires (tubulaires) chez les deux formes; les cellules épithéliales de l'intestin moyen des Scolopendrelles sont d'une seule forme comme chez *Campodea* et chez *Japyx*.

VII. Corps adipeux.

VIII. Vaisseau dorsal avec valves et orifices veineux.

IX. Appendices de l'extrémité postérieure du corps; ils sont de forme très variable chez les Aptères (forceps, cerques, etc.), c'est pourquoi la condition des Scolopendrelles pourrait être considérée comme en étant une nouvelle variété.

X. Nombre des segments du corps; l'histoire du développement postembryonnaire des Scolopendrelles peut nous expliquer facilement la petite différence numérique entre les segments des Thysanoures et ceux des Scolopendrelles.

XI. Orifice des organes génitaux (v. le § sur les organes génitaux).

XII. Fausses pattes et vésicules abdominales (v. le § sur ces organes).

XIII. Appareil buccal.

XIV. Lames dorsales.

Les deux derniers points doivent être discutés.

Commençons par l'appareil buccal.

Pour cette comparaison nous ne pouvons pas nous limiter à *Japyx* et à *Campodea*, mais nous devons nous étendre à d'autres Thysanoures, c'est-à-dire à *Machilis* et aux *Lépismides*. En prenant en considération toutes ces formes il me paraît facile de conclure qu'il existe un parfait parallélisme entre l'appareil buccal des Thysanoures et celui des Scolopendrelles, comme cela résulte des comparaisons suivantes.

La lèvre supérieure est exactement semblable (chez *Campodea* elle a des dentelures comme chez la Scolopendrelle).

Les mandibules de *Japyx* sont enfoncées dans la tête, excepté la pointe qui fait saillie dans la cavité buccale. La pointe est revêtue de cuticule et libre; le reste de la mandibule n'a que la surface latérale, c'est-à-dire celle qui regarde le côté de la tête, revêtue de cuticule et libre, mais il est enfoncé dans la tête, c'est pourquoi il n'existe pas une articulation de la mandibule avec la cuticule de la tête. Chez la Scolopendrelle la pointe est comme chez *Japyx*; dans le reste de la mandibule la surface latérale est cuticulaire et libre, aussi comme chez *Japyx*, cependant elle est externe, de sorte que la mandibule est superficielle et forme une articulation avec la cuticule de la

tête. En d'autres termes: tandis que chez la Scolopendrelle la face latérale de la mandibule est tout à fait extérieure, chez *Japyx* elle est intérieure, c'est-à-dire couverte par la cuticule latérale de la tête, par l'hypoderme y relatif et par des tissus mésodermiques; la différence est donc dans le fait que, chez la Scolopendrelle, si l'on détache les mandibules, la cuticule de la tête présente deux fentes (une de chaque côté), ce qui n'a pas lieu chez *Japyx*.

Donc, chez les Scolopendrelles, la mandibule n'est pas enfoncée; elle concourt ainsi à limiter la partie latérale de la tête (1). La différence aurait une certaine valeur si je n'avais vérifié que, chez l'embryon de *Japyx*, les mandibules ne sont pas internées comme chez l'adulte, mais qu'elles sont saillantes. Primitivement la mandibule est donc un membre locomoteur; en se transformant en mandibule ce membre s'est, jusqu'à un certain point, enfoncé partiellement chez la Scolopendrelle, de sorte que la pointe et la superficie latérale restent à peine extérieures; il est beaucoup plus enfoncé chez *Japyx*, de sorte qu'il n'en reste dehors que la pointe.

La *Campodea* reproduit les conditions de *Japyx* et, par conséquent, ce que je viens d'exposer pour *Japyx* peut s'appliquer aussi à *Campodea*.

Chez *Machilis*, au contraire, et chez les Lépismides, les mandibules sont dans des conditions peu différentes de celles de la Scolopendrelle pour l'articulation et pour la superficie latérale qui reste libre et externe.

Les mâchoires de *Japyx*, de *Campodea*, de *Machilis* et des Lépismides sont fournies d'un lobe externe et d'un lobe interne; précisément comme chez la Scolopendrelle. Quant à la position, on peut appliquer en général aux mâchoires ce qui a été dit plus haut à propos des mandibules.

Le palpe maxillaire est très développé chez les Lépismides et chez *Machilis*; il l'est moins chez *Japyx* et moins encore chez *Campodea*; chez la Scolopendrelle, c'est à peu près comme chez *Campodea*, il n'y a donc pas des véritables différences entre les Thysanoures et les Scolopendrelles quant au palpe.

La lèvre inférieure est faite évidemment de deux demi-lèvres soudées

---

(1) La comparaison de l'appareil buccal de la Scolopendrelle avec celui des Thysanoures qui se trouve dans mon Mémoire sur la Scolopendrelle est en partie obscure à cause des fautes d'impression.

ensemble tant chez les Entotrophes que chez la Scolopendrelle. Chez *Japyx solifugus* la lèvre inférieure est fournie d'un palpe simple et d'une papille rétractile dans une cavité de la lèvre: le palpe et peut-être même la papille manquent au *Japyx Isabellae*. Chez *Campodea* il y a ensemble un palpe simple et très court et une papille non rétractile dans une position telle que l'on ne peut l'homologuer à celle de *Japyx*. Chez *Machilis* et chez les Lépismides il existe seulement un palpe très long et articulé. Donc la papille de *Japyx solifugus* et de *Campodea* est peut-être un caractère secondaire et leur palpe peut être considéré comme rudimentaire en comparaison de celui de *Machilis* et des Lépismides; le manque total de la papille et du palpe chez la Scolopendrelle peut être considéré comme une continuation des conditions indiquées chez les Thysanoures. Les autres sutures de la lèvre inférieure de la Scolopendrelle peuvent se comparer à celles de *Japyx*. En outre, tous les Thysanoures ont, comme la Scolopendrelle, la ligula et les paraglosses.

Ces comparaisons sont si naturelles qu'il me paraît hors de doute que l'appareil buccal des Scolopendrelles (et je voudrais ajouter même des Chilognathes) est fait de trois paires de membres, comme celui des insectes.

Maintenant venons aux lames dorsales.

Selon Latzel (1), les lames dorsales montrent une grande différence entre les Campodées et les Scolopendrelles, parce qu'elles sont à peine indiquées aux segments du thorax, chez *Campodea*, tandis qu'elles sont très développées sur tout le tronc des Scolopendrelles. Ceci, selon moi, ne constitue pas une véritable différence. En effet, chez un proche parent de *Campodea*, *Japyx*, on trouve des lames dorsales bien développées et saillantes latéralement tant au thorax qu'à l'abdomen. Même chez *Japyx Wollastoni* (Westwood) le bord postérieur de la lame dorsale qui correspond au septième anneau abdominal est *profunde emarginatus* (Westwood): et, dans d'autres *Japyx*, les angles postérieurs de cette même lame du septième anneau abdominal se prolongent en pointes comparables à celles de la *Scolopendrelle notacantha*.

Je conclus qu'il existe de grandes ressemblances entre les Thysanoures et les Scolopendrelles.

Les principales différences sont présentées par le vaisseau supra-

---

(1) *Die Myriapod. d. oester. ungar. Monarchie*. I et II partie. Wien, 1883-84.



spinal, par la chaîne ganglionnaire et enfin par la position ventrale des glandes génitales.

Toutefois ces différences sont très atténuées lorsqu'on considère : I) qu'on trouve une lacune supra-spinale chez plusieurs Thysanoures et qu'elle est particulièrement évidente chez *Lepisma*; II) que la chaîne ganglionnaire de *Lepisma* passe par une phase où elle ressemble à celle de la Scolopendrelle; III) que les glandes génitales des Thysanoures sont latérales et que, chez certains Collembolés, elles sont partiellement ventrales.

Passons à la comparaison avec les Chilopodes.

Quant au rapport de ceux-ci avec les insectes, deux opinions sont en présence. Les uns prétendent faire dériver les Chilopodes et les insectes de formes pourvues d'un petit nombre d'anneaux : les Insectes en dériveraient directement; les Chilopodes au contraire auraient acquis secondairement un grand nombre de nouveaux segments (*Elongationsprinzip* de Haase) (1). Les autres font dériver les Insectes de formes semblables aux Chilopodes par la concentration, soit la réduction du nombre des segments.

Je veux seulement faire noter ici que, d'un avis unanime, les Chilopodes ont de grandes ressemblances avec les insectes et que ces ressemblances ont été exposées spécialement par le Dr Haase; mais cet auteur a très peu tenu compte des Thysanoures, parce qu'ils étaient peu connus lorsqu'il écrivait l'ouvrage en question. Nous répétons donc *per summa capita* le parallèle en l'appliquant plus particulièrement à ces derniers.

Pour les conditions des commissures longitudinales, le système nerveux des Thysanoures peut être rapporté à celui des Chilopodes. Les Chilopodes manquent (comme tous les Myriapodes) d'un sympathique distinct, précisément comme les Thysanoures.

Le système circulatoire des Chilopodes est caractérisé par la présence d'un vaisseau supra-spinal et de muscles aliformes bien développés. Celui-là est rudimentaire et ceux-ci manquent chez les Thysanoures.

L'appareil respiratoire est assez semblable, sauf dans les premiers anneaux.

Le tube digestif offre un grand nombre de points de comparaison

(1. *Beiträge z. Physiolog. und Ontogenie der Chilopoden*, in *Zeitschr. f. Entom.* Breslau, Neue Folge, Heft 8, pp. 93-114, 1881.

dans les formes en question: sa simplicité est la caractéristique de *Japyx*, de *Campodea* et des Chilopodes.

L'ovaire et les testicules des Chilopodes sont typiquement impairs et dans un sens cela les éloigne des Thysanoures: cependant ils sont dorsaux et ceci les rapproche dans un autre sens.

Les conduits d'élimination des produits sexuels et l'orifice impair postérieur coïncident dans les formes que je compare ici.

Chez toutes, la tête porte des antennes et trois paires de membres buccaux. Celles-ci et celles-là se ressemblent suffisamment (1).

Comme le lecteur l'a sans doute remarqué dans ce court parallèle, les Chilopodes présentent d'incontestables ressemblances avec les Thysanoures; il y a cependant aussi des différences considérables, plus considérables que ne le suppose Haase.

Une comparaison des Thysanoures avec les Chilognathes me paraît infructueuse.

Il me suffit de rappeler que le seul point de ressemblance sérieux est constitué par le fait que, dans les deux groupes, le vaisseau supraspinal est remplacé par une lacune.

Je conclus que les Thysanoures ont des affinités avec les Myriapodes et, plus particulièrement, avec les Chilopodes et les Symphytes. Leur origine commune et peu lointaine avec les Myriapodes est parfaitement sûre.

Ajoutons une autre chose commune aux Myriapodes et aux Thysanoures: un embryon avec trois paires de pattes aux trois premiers segments du tronc; sur les segments suivants, les membres se forment plus tard, et acquièrent un grand développement (Myriapodes), ou bien restent rudimentaires (Thysanoures).

Passons à la comparaison avec les Arachnides.

Je m'en tiendrai aux Arachnides primitifs c'est-à-dire aux Arthro-gastres. Leurs rapports avec les Thysanoures résultent des considérations suivantes:

I. Chez les Solifuges on distingue une tête et un thorax; l'un et l'autre sont aussi indiqués plus ou moins clairement chez les Microthélyphonides, chez les Tartarides, chez quelques Arachnides et même chez quelques Pseudo-scorpions.

II. L'abdomen peut être considéré comme étant de dix articles

(1) Je puis ajouter que Haase a récemment démontré la présence des vésicules abdominales, tant chez les Chilopodes que chez les Chilognathes.

chez les Phrynides, chez les Solifuges, chez un grand nombre de Pseudo-scorpions et chez les Microthélyphonides.

III. L'orifice des organes génitaux, près de la base sternale de l'abdomen, existait peut-être autrefois chez les Insectes (v. chapitre sur les organes génitaux).

IV. Il existe six paires de membres chez tous les Arachnides arthrogastres et chez les Insectes. Tous ces membres étaient originellement ambulatoires (pattes); et ceux qui se trouvaient près de la bouche changèrent de fonction, c'est-à-dire se transformèrent plus ou moins complètement en organes buccaux. A ce point de vue, *Koenenia* est la forme la plus primitive. Cette considération sur l'origine des membres buccaux enlève une grave objection qui surgit à première vue contre la réunion des Arthrogastres avec les insectes. Les embryons des Arachnides présentent des membres rudimentaires à l'abdomen, comme les Thysanoures et aussi comme les embryons et les larves d'un grand nombre d'insectes.

V. Le système trachéal des Solpuges, des Pseudo-scorpions, etc., rappelle évidemment celui des insectes en général.

VI. On peut admettre que le système nerveux des insectes, en général, trouve son pendant dans celui de ceux des Arthrogastres dont l'abdomen est le moins concentré (Scorpion).

VII. Les tubes malpighiens se trouvent aussi bien chez les Arachnides que chez les insectes.

VIII. On trouve un vaisseau dorsal chez les Arachnides et chez les Thysanoures; il existe un vaisseau supra-spinal chez ceux-là et une lacune supra-spinale chez ceux-ci.

IX. Certains Thysanoures (et aussi les larves d'un grand nombre d'insectes) ont un cerque impair que l'on peut comparer à la queue des Thélyphonides et des Microthélyphonides.

X. Nous trouvons des antennes chez tous les insectes; nous en trouvons des rudiments probables chez les Solpuges, les Aranéides et les Microthélyphonides.

XI. La ramification des membres disparaît presque entièrement tant chez les Arachnides que chez les insectes (1).

Je dois ajouter que le parallèle, fait ici entre les Thysanoures et les

(1) Il est douteux que les glandes de la cuisse des Arachnides soient homologues à certaines glandes spéciales de l'*Anisomorphus* (Say), de *Phasma* (Scudder) etc. V. *Brauer'sche Bericht*, in *Troschel-Archiv*, 1883.

Arthrogastres, est valable presque sur tous les points entre ces derniers et les Myriapodes; ajoutons seulement que le vaisseau supra-spinal se retrouve chez les Chilopodes et les Symphyles et que, dans ce dernier groupe, comme chez les Chilognathes, l'orifice génital est dans une position comparable à celle des Arachnides.

Quant au développement, je crois que les divergences entre les Insectes, les Myriapodes et les Arachnides ne sont pas bien graves. La concentration du blastoderme des Arachnides se retrouve chez les insectes (l'abeille par ex.), et indique vaguement l'amnios. Lorsque certains préjugés théoriques auront disparu (par ex. l'énorme valeur attribuée aux deux cellules mésodermiques de Hatscheck, la capacité des cellules vitellines à former des tissus etc.), on verra clairement que les Trachéates en général et les Arachnides se développent d'une manière très semblable.

Toutes ces ressemblances entre les Arachnides et les Myriapodes seraient, selon Claus, des expressions de simple analogie (1). Le phylum des insectes et des Myriapodes, réuni peut-être à celui du Périplate, serait, selon l'illustre zoologue de Vienne, séparé de celui des Arachnides, dont le phylum se rallierait, au contraire, à celui des Crustacés et des Limules.

Il me semble que, dans ces deux classifications, Claus s'est montré trop carcinologue et trop peu entomologiste.

Il me semble aussi que la principale raison sur laquelle il base la séparation des Arachnides d'avec les Trachéates est la présence des antennes antérieures (homologues à celles des Annélides comme le soutient Hatscheck) chez les insectes et chez les Myriapodes, et leur absence chez les Arachnides et les Paecilopodes. Ce motif perd beaucoup de sa valeur lorsqu'on considère que nous avons des raisons de croire qu'il existe des rudiments d'antennes chez certains Arachnides (2). Dans tous les cas il est beaucoup plus facile d'admettre

(1) *Lankester's Artikel Limulus an Arachnid etc. (Arbeiten aus d. Zoolog. Inst. etc., t. VII, H. I).*

(2) La disparition des antennes est difficile à expliquer. Serait-elle en rapport avec un organe de sens supposé, occupant la partie médiane longitudinale de la superficie ventrale?

Un organe de sens dans cette position existe chez le *Phraeoryctes* (Timm) et chez la *Koenenia* (Grassi); chez le *Périplate* il est rudimentaire (Kennel). La formation de la chaîne ganglionnaire serait en rapport avec lui par la réunion : trois pièces (une moyenne, une à droite et une à gauche) chez les crustacés et chez les insectes. V. aussi KLEINENBERG, l. c.

la disparition des antennes que de croire que le système trachéal des Arachnides est simplement convergent avec celui des autres Trachéates. Il me semble que les conditions des antennes, chez les différents Arthropodes, doivent se rapporter à une origine commune dans la phylogénèse, d'autant plus que les Crustacés primitifs (Phyllopo- des) peuvent déjà présenter une ou même les deux antennes rudimentaires et que, chez *Koeneria*, il existe peut-être des rudiments des deux antennes; enfin l'embryon de l'Insecte peut posséder un organe comparable à l'antenne postérieure des crustacés.

Le lecteur me pardonnera d'avoir parlé des crustacés. Puisque j'en suis là, je dois faire remarquer qu'il existe d'autres rapports très importants entre ceux-ci et les Trachéates, rapports qui, si je ne me trompe, ont été trop dédaignés par Claus (1). Il y a, entre autres, l'œil composé, les membres articulés, les ramifications des membres (v. paragraphe relatif), le squelette cutané, l'absence à peu près complète des néphridies, l'abdomen etc. etc. Ces rapports ne sont pas seulement anatomiques, mais aussi ontogéniques et ceux-ci sont nombreux (ex. formation de la chaîne ganglionnaire). Je ne comprends donc pas comment l'on peut essayer de dissoudre le groupe des arthropodes, comme le voudrait Claus.

Dans tous les cas, les ressemblances entre les Thysanoures et les Crustacés ne doivent pas être recherchées chez la *Zoëa*, comme l'a fait Lubbock (et non pas moi, je le rappelle au Dr Haase (2) qui m'attribue cette opinion), mais bien chez les Phyllopo- des et plus particulièrement chez les Branchiopo- des. En effet nous trouvons chez ceux-ci: I. un nombre de segments supérieurs, quelquefois même de beaucoup, à celui des Thysanoures; II. la tête quelquefois séparée du thorax; III. les segments postérieurs sans membres; IV. les mandibules sans palpe; V. parfois deux paires de mâchoires; VI. la seconde paire d'antennes quelquefois absente; VII. le système vasculaire composé d'un long vaisseau dorsal avec un grand nombre d'orifices veineux; sans muscles aliformes et avec diaphragme dorsal incomplet; VIII. diverticules au commencement de l'intestin moyen, muscles dilatateurs, comme chez les Thysanoures, à l'intestin postérieur; IX. développement de la trompe indépendant de l'ovaire, etc.

(1) CLAUS, *Untersuch. ü. d. Organ. etc., von Branchipus etc.* (Arb. Wiener Zool. Inst., t. VI, III H. Wien, 1886).

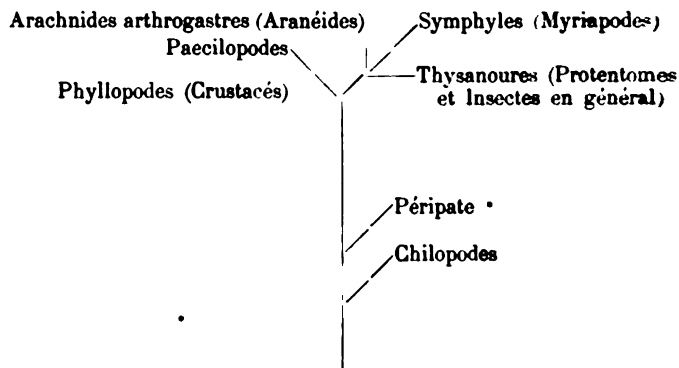
(2) *Ges. Ins in Dresden*, 1886, Abt. II.

J'ai comparé les Thysanoures et avec eux les insectes en général aux Arachnides et aussi aux Crustacés. Il me reste à faire la comparaison des Thysanoures avec les Protrachéates.

Mon attente était très grande sur ce point lorsque j'ai commencé mon étude des Thysanoures et les résultats ont été très petits.

Je ne répéterai pas ce qui est déjà connu à ce propos, c'est-à-dire, les ressemblances entre les Protrachéates et les Trachéates pour les antennes, les membres non ramifiés, le manque du vaisseau supraspinal, l'orifice des organes génitaux etc.

Je noterai au contraire l'unique rapport nouveau et intéressant que j'aie pu découvrir : la disposition des stigmates (v. § y relatif). Je la considérerais comme une convergence et non comme une homologie. Que les vésicules segmentaires des Thysanoures puissent correspondre aux *glandulae coxales* du *Péritatus*, cela est douteux. Peut-être les membres buccaux du Péripate rappellent-ils les conditions des Entotrophes par le fait qu'ils sont cachés dans la cavité buccale. Quoi qu'il en soit, les divergences entre le Péripate et les Thysanoures sont très grandes, peut-être aussi grandes que celles qui existent entre ceux-ci et les Crustacés.



J'ai essayé d'exprimer, par le schéma ci-dessus, les parentés des différents groupes d'Arthropodes comme elles me semblent probables dans l'état actuel de notre science.

Je ne puis finir sans parler d'une théorie récemment soutenue par Schiemkiewitsch (1).

(1) *Les arachnides et leurs affinités*, par SCHIEMKIEWITSCH (*Archives slaves de Biologie*, 15 mars 1886).

Cet auteur voudrait donner une grande importance aux *Pauropus* qu'il considère comme fournis seulement de deux paires de membres buccaux; il prendrait comme point de départ, des formes peu éloignées du *Péritpale* et du *Pauropus*, tous deux avec quatre membres buccaux (deux paires) dérivés de la transformation des pattes. De là prendraient leur origine: I. les Arachnides (s. lat.) qui ont perdu les antennes, les membres postérieurs etc.; II. un groupe très voisin de celui des Arachnides (s. lat.), c'est-à-dire les Chilognathes qui ont deux paires de pattes sur les anneaux correspondant à l'abdomen des Arachnides; et enfin III. un groupe constitué par les Chilopodes, les Thysanoures (comprenant Scolopendrelle et Collemboule) et les insectes; dans ce dernier groupe, la troisième paire de pattes se serait transformée en appendices buccaux. Quand je réfléchis à cet étrange démembrement et à la reconstitution subséquente du groupe des Trachéates, il me semble voir un squelette formé avec des os qui appartiennent à différentes espèces. Je ne veux pas discuter la théorie de l'éminent zoologue russe, mais je voudrais lui demander où il trouve le courage de détacher *Pauropus* des Myriapodes pour l'abaisser jusqu'au *Péritpale*? Existe-t-il une raison pour cela, sauf le fait prétendu, mais non prouvé, des deux seules paires de membres buccaux?!

*Pauropus* est une forme encore très peu connue; quant à moi, après avoir confirmé les découvertes de Lubbock et y avoir ajouté quelques nouveaux faits sur le tube digestif et le système nerveux, je penche pour le rapprocher de la Scolopendrelle. Dans tous les cas, la probabilité que *Pauropus* constitue une forme intéressante même hors du groupe des Myriapodes est tout à fait petite.

§ X. — *Si les Thysanoures sont des insectes dégénérés, ou néoténiques.* — Il a déjà été question de ce problème dans plusieurs endroits du présent Mémoire, et le lecteur sait à quelle conclusion je vais arriver. Ce paragraphe n'est donc que la réponse à une objection.

Je m'explique. Un grand nombre d'auteurs considèrent les Thysanoures comme une forme primitive. Contre cette opinion, il y en a une autre selon laquelle ils seraient au contraire des Orthoptères dégénérés. La première a pour ardents défenseurs Brauer, Lubbock, Gegenbaur, Palmen etc. La seconde, tacitement admise dans plusieurs livres, a été soutenue par ex. par Graber (1), par Emery (2), etc.

(1) *Die Insecten*. München, 1877 (dans différents endroits).

(2) *Biolog. Centralblatt*, 1886.

Mais elle n'a pas été discutée sérieusement. Une troisième opinion qui peut, jusqu'à un certain point, se fondre avec la seconde, est celle qui apparaît clairement dans une Note de Camerano (1) sur la *néoténie*. On peut admettre, selon lui, que les Thysanoures aient été des Orthoptères vrais ailés et que par une anticipation toujours croissante de la maturité sexuelle, la période d'Insecte parfait (c'est-à-dire fourni d'ailes) soit devenue inutile et ait été supprimée.

Nous devrions donc l'existence des Thysanoures à un phénomène de néoténie; ils seraient des larves sexuellement mûres. A la fin des comptes, on comprend facilement qu'il s'agirait d'une descente du degré de perfectionnement que représente la possession des ailes; je discuterai en même temps la néoténie et la dégénération.

J'expose, avant tout, les arguments en faveur de la primitivité des Thysanoures, en gardant particulièrement sous les yeux les Entotrophes:

I. La cuticule est légèrement développée; les apodèmes sont très simples; les téguments sont encore aptes à la respiration.

II. Le système nerveux de la *Campodea* adulte est encore en intime rapport avec l'hypoderme. Ajoutons la simplicité du système nerveux viscéral, le manque d'un véritable sympathique et la disposition segmentaire uniforme de la chaîne ganglionnaire.

III. Le tube digestif est tout à fait semblable à celui des embryons des autres insectes. On trouve des glandes salivaires, comme chez l'embryon de l'abeille et d'un grand nombre d'autres insectes.

IV. Les muscles aliformes manquent.

V. Le testicule et l'ovaire de *Campodea* et le testicule de *Japyx* sont dans une condition très simple: l'ovaire de *Japyx* et de *Machilis* se compose de tubes disposés en ordre segmentaire. L'appareil génital masculin de *Machilis* rappelle peut-être celui des Scorpions et par conséquent aussi celui de l'*Apus cancriformis*.

(1) Je cite quelques passages de sa Note (*Atti della Soc. entom. di Firenze*, 1885).

La néoténie consiste dans le fait que tous les caractères juvéniles et larvaires, ou quelques-uns d'entre eux, persistent dans l'état adulte; la période juvénile s'allonge donc plus ou moins; lorsqu'elle s'allonge assez pour que l'animal puisse se reproduire à l'état de larve on a la néoténie totale, qui a lieu dans un grand nombre de cas d'Insectes chez lesquels les ailes ne se développent pas. Les espèces aptères d'un grand nombre d'Orthoptères sont néoténiques.

Je ne comprends pas très bien si Camerano considère les Thysanoures comme des formes néoténiques.



VI. Les stigmates de *Japyx* et de *Campodea* sont très simples; les trachées sont sans fil spiral chez *Campodea*; elles sont en général peu nombreuses chez tous les Thysanoures; les sacs aériens manquent à tous (excepté quelques légères dilatations en correspondance du gésier des Lépismides). On trouve onze paires de stigmates chez *Japyx* dont quatre paires sont thoractiques, donc les stigmates de *Japyx* ne sont pas dans un ordre segmentaire juste, donc *Japyx* rappelle vaguement le Péripate. Les onze paires de stigmates constituent l'argument le plus important contre la dégénération supposée. Le système trachéal de *Japyx*, de *Campodea* et de *Machilis* est très simple: chez *Campodea* et chez *Machilis* les anastomoses trachéales manquent complètement; il en existe très peu chez les autres Thysanoures.

L'embryon de l'abeille passe pendant son développement à travers une première phase où il ressemble à *Campodea* et à *Machilis* pour son système trachéal; puis il traverse une autre phase pendant laquelle il ressemble, pour le même système, aux Lépismides.

VII. Il y a des vésicules abdominales. Les vésicules abdominales sont défaut chez les autres insectes; on peut dire qu'elles sont un caractère myriapodique; en effet, elles se trouvent chez *Scolopendrella*, chez un grand nombre de Chilognathes et de Chilopodes et peut-être même chez le Péripate.

VIII. On note des pseudo-pattes ou pattes rudimentaires à l'abdomen.

Les vésicules abdominales et les fausses pattes rappellent peut-être une bifidité primitive des membres, c'est-à-dire, la condition des Crustacés.

IX. L'abdomen de tous les Thysanoures se compose de dix segments bien distincts comme celui des embryons de la plupart des insectes ailés.

X. Les lames dorsales, particulièrement celles du thorax des Thysanoures supérieurs, préludent au développement des ailes.

XI. Les métamorphoses sont défaut; chez *Campodea* et chez *Japyx*, il y a à peine une mue très partielle.

XII. Dans la plus grande partie des ordres des insectes on voit des larves campodéiformes ou japygiformes; ce sont probablement les larves primitives des insectes. Ceci est appuyé par le fait que l'embryon de l'abeille par ex. avant de se transformer, comme chacun sait, en larve apode, passe par une phase où il est campodéiforme.

XIII. Nous connaissons très peu d'espèces de *Japyx* et une seule de *Campodea*; outre cela *Campodea* et *Japyx* ont une très grande

extension géographique (Europe, Afrique, Asie, Amérique du Nord). Ces deux conditions sont généralement propres aux formes primitives: elles indiquent une constance extraordinaire, une relative incapacité de changer. Cette incapacité pouvait seule les préserver depuis une époque déjà très reculée (je rappelle à ce propos la récente découverte d'une Blatte silurienne).

En général les autres Thysanoures se rapprochent aussi des entotrophes par la petite quantité des espèces et par leur corologie.

XIV. Il faut se souvenir du milieu ni trop sec ni trop humide dans lequel vivent les Thysanoures (sous les pierres, dans l'*humus*, sous les mousses, dans la pourriture des arbres etc.). Tous les animaux ont dû passer par ce milieu pour changer de genre de vie, c'est-à-dire pour se transformer d'aquatiques en terrestres. Dans ce milieu ou dans un autre semblable vivent d'autres formes primitives par rapport aux animaux terrestres (*Scolopendrella*, *Pauropus*, *Peripatus*, *Koenenia*, *Oligochètes*).

Telles sont les principales raisons favorables à la forme primitive. Que peut-on dire contre elle? Un grand nombre de raisons qui méritent d'être examinées avec attention.

L'appareil buccal de *Japyx* et de *Campodea* est dans des conditions très peu primitives, parce qu'il est entotrophe (dans une période embryonnaire il est ectotrophe du moins chez *Japyx*); si l'on admet que les membres buccaux dérivent de pattes transformées, la condition ectotrophique doit être primitive.

J'ai fait moi-même cette objection; il m'a semblé qu'on pouvait l'opposer à une considération de Meynert et de Lubbock qui passait pour un argument en faveur de la primitivité; ces auteurs avaient admis en effet que l'appareil buccal de *Campodea* et de *Japyx* est, jusqu'à un certain point, indifférent, parce que l'on peut en faire dériver tant celui des insectes suceurs que celui des insectes masticateurs.

Après un examen attentif des faits il me semble que l'opinion de Meynert et de Lubbock est justifiée. Tout contribue à faire croire que les ancêtres de *Campodea* et de *Japyx* vivaient dans l'eau, comme la plupart des crustacés (il existe peut-être encore des branchies rudimentaires chez un grand nombre de Thysanoures: v. paragraphe sur les vésicules abdominales); ils auraient eu un appareil buccal ectotrophe qui serait devenu peu à peu entotrophe lorsqu'a eu lieu l'adaptation au milieu dans lequel vivent actuellement *Japyx* et *Campodea* et où la nourriture consiste surtout en détritux végétal humide:

pour cette nourriture il ne faut pas avoir un appareil buccal ectotrophe, c'est-à-dire, saillant et par conséquent exposé à être détérioré!

Avec une adaptation plus parfaite à la vie aérienne et avec le changement de nourriture qui en est la conséquence (au lieu de détritux une nourriture qui a besoin d'être triturée avec un bon appareil masticateur), la condition ectotrophique embryonnaire de *Japyx* par ex. se serait non-seulement conservée, mais exagérée et l'on verrait les adaptations entotrophiques supprimées. De là les conditions des Ectotrophes et des insectes masticateurs. D'autres insectes se seraient adaptés, non pas à une nourriture difficile à mâcher, mais bien à sucer des humeurs végétales; de là une exagération de l'appareil entotrophe et sa transformation en appareil suceur.

Dans tous les cas nous ne devons pas nous étonner de trouver, chez des formes très différenciées, la présence de quelque caractère primitif disparu chez les formes simples. J'ai déjà tenté de rendre ceci plausible dans l'introduction et dans d'autres passages du présent ouvrage.

C'est aussi par l'effet du changement de milieu que je m'explique le manque d'yeux de *Japyx* et de *Campodea*, un des arguments dont on se sert beaucoup pour démontrer la dégénération de ces animaux. Le milieu intermédiaire entre la vie à l'air ouvert et la vie dans l'eau rend la vue inutile, par conséquent les ancêtres de *Japyx* et de *Campodea* perdaient les yeux; ceux-ci ont réapparu chez les parents de *Japyx* et de *Campodea* qui se sont successivement adaptés à la vie à l'air ouvert en devenant des Thysanoures supérieurs. La convergence les a fait reproduire composés comme étaient leurs ancêtres aquatiques qui possédaient des yeux.

Mais l'hypothèse de la dégénération peut être soutenue à un point de vue beaucoup plus ample et, alors, il n'est plus aussi aisé de la réfuter.

Nous avons vu qu'en partant des Thysanoures inférieurs on arrive peu à peu aux Orthoptères. Ce fait peut s'interpréter de deux manières: ou les Thysanoures sont des Orthoptères simples, comme je l'ai admis, ou ils sont des Orthoptères simplifiés, c'est-à-dire, arrêtés dans leur développement et plus ou moins dégénérés. Cette seconde hypothèse a, en sa faveur, un grand nombre d'arguments dont je vais indiquer les principaux:

I. La condition masticatoire de l'appareil buccal des Orthoptères.

II. La cécité des plus bas Thysanoures.

III. Le manque des tubes malpighiens chez *Japyx*.

IV. Le petit nombre de stigmates chez *Campodea*.

V. La simplification du tube digestif de *Japyx* et de *Campodea*; cette simplification serait secondaire à leur appareil buccal spécial.

VI. La segmentation du corps et la différenciation de la musculature qui ne s'harmonisent pas avec le faible squelette cutané de *Campodea* et de *Japyx*.

VII. Le manque d'ailes qui est parallèle avec l'absence des mêmes organes chez plusieurs autres Orthoptères.

Je ne me dissimule point la gravité que prennent ces arguments lorsqu'on les réunit; la gravité est telle que je me suis demandé souvent s'il ne valait pas mieux renoncer à me servir des Thysanoures comme d'un flambeau pour éclairer l'organisation des insectes. Après de longues hésitations, je me suis convaincu que cet abandon serait injuste. En effet lorsqu'on regarde de plus près les arguments exposés plus haut on peut trouver le moyen de les affaiblir beaucoup. Je l'ai démontré pour les deux premiers, dans ce même paragraphe; il serait donc inutile d'y revenir.

Passons aux autres. Rappelons: I) qu'il existe probablement une homodynamie entre les tubes malpighiens et les stigmates; II) que *Japyx*, le seul Thysanoure sans tubes malpighiens, est celui qui a le plus grand nombre de stigmates; III) que la *Campodea* parmi les Thysanoures a le *minimum* des stigmates (3 paires) et le *maximum* des tubes de Malpighi (environ 16).

Ces considérations me paraissent ôter beaucoup de valeur au troisième et au quatrième argument.

Contre le cinquième, j'observe que l'ectotrophie n'implique pas nécessairement un intestin plus différencié que celui de *Japyx* et de *Campodea*, et la preuve se trouve chez *Nicoletia* et *Leptismna*; donc si nous sommes autorisés à croire que l'appareil buccal des Entotrophes a été autrefois ectotrophe, nous ne le sommes pas pour croire que leur intestin aussi a été compliqué comme chez les Orthoptères, chez *Leptisma*, etc.

Un raisonnement basé sur le changement de milieu, comme celui que j'ai fait pour l'appareil buccal et pour les yeux, nous débarrasse du sixième argument.

Le septième est beaucoup plus sérieux, c'est même le plus sérieux de tous. On peut lui opposer les observations suivantes.

Il n'existe aucune particularité chez les Thysanoures qui puisse nous faire supposer qu'ils ont eu des ailes.

Malheureusement les Orthoptères vrais dépourvus d'ailes n'ont pas été bien étudiés et l'on ne peut dire s'ils ont eu ou s'ils n'ont pas eu d'ailes. Peut-être arrivera-t-on à démontrer que quelques-uns d'entre eux en ont eu et ceux-ci devront rester à la place qu'ils occupent; on prouvera peut-être aussi que d'autres n'en ont jamais eu et l'on découvrira, chez ceux-là, des caractères particuliers qui ne leur permettent pas d'être réunis aux formes ailées qui leur sont plus ou moins semblables par l'apparence extérieure.

Je ne me dissimule pas le dualisme que l'on fait naître ainsi parmi les Orthoptères non ailés; les uns auraient eu primitivement des ailes et les auraient perdues, les autres ne les auraient jamais eues. Ceci peut paraître peu vraisemblable à première vue, mais je ne le trouve pas absurde, surtout lorsque je considère l'instabilité de tous les organes, quelque nobles qu'ils soient, dans les formes où ils apparaissent pour la première fois; nous les voyons en effet se réduire avec une très grande facilité et même disparaître pour reparaitre parfois, en vertu de l'idioplasme, par *convergence*.

Tout bien considéré, en appréciant à sa juste valeur la simplicité de tous les appareils organiques, en tenant compte du manque d'organes rudimentaires qui indiquent la dégénération, *je tiens pour justifiée l'hypothèse que les Thysanoures sont les insectes les plus primitifs que nous connaissons jusqu'à présent.*

---

#### EXPLICATION DES PLANCHES.

Fig. 1. — Une écaille avec la cellule formatrice correspondante.

Fig. 2. — a et b. Deux sternums de *Machilis*.

Fig. 3 — Musculature dorsale (moitié droite) du 4<sup>me</sup> segment abdominal de la *Campodea*: elle est vue du côté dorsal.

Fig. 4. — Id., id., ventrale.

Fig. 5. — Id., latéro-ventrale vue du côté intérieur.

Fig. 6. — Id., fig. 3<sup>me</sup> de *Japyx solifugus*, var. *Magna*.

Fig. 7. — Id., fig. 4<sup>me</sup> aussi de *Japyx solifugus*, var. *Magna*.

Fig. 8. — Musculature d'un segment moyen de l'abdomen vue du côté ventral, chez *Machilis*: à gauche il n'a été dessiné que les muscles superficiels, à droite que les profonds. A gauche on voit bien la partie dorsale du muscle dorso-ventral externe, à droite celle du muscle dorso-ventral interne.

Fig. 9. — Partie ventrale de la musculature du 2<sup>me</sup> et du 3<sup>me</sup> segment thoraciques, vue de la superficie dorsale, chez *Japyx solifugus*, var. *Magna*: le muscle *r* existe aussi au premier segment et peut-être même au second.

Fig. 10. — Musculature latéro-dorsale du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>d</sup> segment thoracique vue de l'intérieur, chez *Campodea*.

Fig. 11. — Quelques muscles dorsaux de trois segments moyens de l'abdomen chez *Thermophila furnorum*.

Fig. 12. — Musculature ventrale du 4<sup>me</sup> et du 5<sup>me</sup> segment abdominal, vue du dos (la chaîne ganglionnaire est un peu déplacée), chez *Thermophila furnorum*.

Fig. 13. — Section transversale (schématique) du 4<sup>me</sup> segment abdominal de *Machilis*.

Fig. 14. — Une cuisse de *Machilis* avec son apodème.

Fig. 15 et 16. — Système trachéal de la *Campodea*; dans la fig. 15 il est vu du côté ventral et dans la fig. 16 du côté dorsal.

Fig. 17 et 18. — Id. de *Japyx* (17<sup>me</sup> ventrale, 18<sup>me</sup> dorsale). Dans la 17<sup>me</sup> le 2<sup>me</sup> et le 4<sup>me</sup> stigmate sont marqués d'une façon très schématique.

Fig. 19. — Id. *Japyx Isabellae* (partie thoracique, vue ventrale).

Fig. 20, 21, 22. — Id. *Machilis* (20<sup>me</sup> ventrale, 21<sup>me</sup> dorsale, 22<sup>me</sup> latéro-dorsale). Dans la 20<sup>me</sup> les rameaux qui vont au dos sont marqués très schématiquement.

Fig. 23 et 24. — Id. *Nicoletia* (23<sup>me</sup> ventrale, 24<sup>me</sup> dorsale).

Fig. 25. — Cerveau de *Japyx* vu du dos.

Fig. 26. — Id. de *Lepismina*.

Fig. 27. — Id. de *Lepisma*.

Fig. 28. — Système nerveux de *Japyx* (schématique).

Fig. 29. — Chaîne ganglionnaire de *Campodea*.

Fig. 30. — *b*. Deux ganglions de la chaîne ganglionnaire de *Japyx*. — *a*. Trois derniers ganglions de la chaîne de *Lepisma*.

Fig. 31. — Tube digestif de *Campodea*.

Fig. 32. — Id. id. de *Japyx*.

Fig. 33. — Id. id. de *Machilis* (poches ventriculaires très schématiques).

Fig. 34. — Id. id. de *Nicoletia*.

Fig. 35. — Id. id. de *Lepisma* (le gésier est dessiné trop large).

Fig. 36. — Section transversale de la partie postérieure de l'œsophage de *Nicoletia*.

Fig. 37. — Couche épithéliale avec les cryptes correspondants (quand ils existent) de l'intestin moyen des Thysanoures.

*a* = Section verticale = *Campodea*.

*b* = Id. id. = *Machilis*.

*b'* = Id. horizontale = id.

*c* = Id. verticale = *Thermophila*.

*d* = Id. id. = *Lepismina*.

Fig. 38. — Vaisseau dorsal de *Japyx*.

Fig. 39. — Organes génitaux mâles internes de *Campodea*.

Fig. 40. — Id. id. id. id. de *Japyx*.

- Fig. 41. — Organes génitaux mâles internes de *Lepisma*.  
 Fig. 42. — Id. id. id. id. de *Machilis*.  
 Fig. 43. — Organes génitaux femelles internes de *Campodea*.  
 Fig. 44. — Id. id. id. id. de *Japyx* jeune.  
 Fig. 45. — Id. id. id. id. de *Lepisma* jeune.  
 Fig. 46. — Organes génitaux mâles externes de *Campodea*.  
 Fig. 47. — Id. id. id. id. de *Japyx*.  
 Fig. 48. — Id. id. id. id. de *Machilis*.  
 Fig. 49. — Id. id. id. id. de *Nicoletia*.  
 Fig. 50. — Organes génitaux femelles externes de *Campodea*.  
 Fig. 51. — Id. id. id. id. de *Machilis* jeune: les oviscaptes  
 sont encore très courts.  
 Fig. 52. — Id. id. id. id. de *Japyx*.  
 Fig. 53. — Id. id. id. id. de *Lepisma*.  
 Fig. 54. — Glandes sébacées sous les oviscaptes de *Lepisma*.  
 Fig. 55. — Organes génitaux féminins externes de *Nicoletia*.  
 Fig. 56. — Premier sternum abdominal. *Campodea* ♀  
 Fig. 57. — Id. id. id. id. ♂  
 Fig. 58. — Bord postérieur du premier sternum abdominal. *Japyx*.  
 Fig. 59. — Contours d'une section transversale du second anneau thoracique.  
*Lepismina*.  
 Fig. 60. — Partie de l'abdomen de *Campodea*, pour montrer les fausses pattes  
 et les vésicules abdominales correspondantes.  
 Fig. 61. — Une vésicule abdominale de *Campodea*.  
 Fig. 62. — Différentes positions *a*, *b*, *c*, *d*, que prend la vésicule abdominale;  
*a*, tout à fait saillante et *d*, tout à fait rentrée.  
 Fig. 63. — Partie proximale d'une antenne de *Nicoletia Maggi*.  
 Fig. 64, 65 et 66. — Appareil buccal de *Japyx*. Dans la fig. 64 les parties sail-  
 lantes dans la cavité buccale sont foncées. La fig. 65 représente la mâchoire. La  
 fig. 66 la lèvre inférieure  
 Fig. 67. — Lèvre inférieure de *Lepisma*.  
 Fig. 68. — Id. id. de *Machilis*.

---

*Note de la Rédaction.* — On a omis, par brièveté, un appendice qui contient les notes bibliographiques et les titres des mémoires publiés par le Prof. Grassi et par d'autres auteurs qui se sont occupés des Thysanoures. — Un autre appendice traite des ocelles de *Machilis*; il donne deux figures qui représentent une section longitudinale et une section transversale d'un ocelle de *Machilis*.

---

# REVUE DE TRAVAUX ANATOMIQUES ITALIENS

---

## **Le muscle temporal superficiel (1)**

par le Dr DANTE BERTELLI (Pise).

De ses observations, l'Auteur conclut que le muscle temporal superficiel, décrit par Sappey, n'existe pas chez l'homme; que les fibres musculaires décrites sous ce nom ne sont pas autre chose que le prolongement de celles du muscle auriculaire antérieur et, rarement, une petite portion du muscle auriculaire supérieur

---

## **Le sillon intermédiaire antérieur de la moelle humaine dans la première année de vie (2).**

(Note du même Auteur).

L'Auteur a étudié 20 moelles appartenant à des individus en diverses périodes d'âge, comprises entre la naissance à terme et un an, et il observa que le sillon intermédiaire antérieur, dans la première année de vie, n'est pas constant dans notre espèce; que quand il existe, il se trouve rarement des deux côtés; — dans ce cas, il atteint son maximum de longueur —; que quand le sillon intermédiaire est des deux côtés, les cordons qu'il limite ont presque la même grosseur parce que les sillons intermédiaires sont presque à égale distance de la scissure médiane que dans le plus grand nombre des cas il est clairement visible mais peu étendu d'un seul côté; que dans le sillon intermédiaire antérieur pénètre un pli de la première; que le croisement des pyramides est très limité lorsque le sillon intermédiaire antérieur est bien manifeste des deux côtés.

---

## **Une observation d'arc maxillo-temporal sous-jugal et sur la genèse de la bipartition de l'os malaire chez l'homme (3).**

Note anatomique du Prof. G. ROMITI (Pise).

L'Auteur fait précéder son travail de quelques généralités sur les questions relatives à l'os malaire. — Le crâne qui forme l'objet de sa note, outre l'anomalie de l'os malaire, en présente encore plusieurs autres.

Le malaire droit offre une division ordinaire formée par une suture transversale

---

(1) *Atti della Società Toscana di scienze naturali* (Pise), vol. X.

(2) Extrait du procès-verbal de la Société Toscane de sciences naturelles, séance du 1<sup>er</sup> juillet 1888.

(3) *Atti della Società Toscana, etc.* Vol. X, fasc. 1.



comprenant le malaire supérieur et le malaire inférieur ou portion marginale, selon le type le plus ordinaire: *os japonicum*. Le malaire inférieur est petit, car tandis que la hauteur du malaire entier, du milieu du rebord orbitaire à celui du rebord inférieur, est de 32 millimètres, celle du malaire inférieur dans le milieu en mesure 6.

Le malaire gauche dans son ensemble est un peu plus bas que le droit, puisqu'il mesure seulement 30 millimètres de hauteur: la portion inférieure de la division est aussi beaucoup plus petite et d'une hauteur de 4 millimètres seulement. Cette portion inférieure n'est pas isolée, mais elle représente un prolongement de l'apophyse zygomatique du maxillaire correspondant: elle se termine en s'articulant au moyen d'une suture dentelée avec la portion inférieure du sommet de l'extrémité distale de l'apophyse zygomatique temporale. L'arc constitué par le prolongement du maxillaire supérieur se continue en dedans et en haut, au point d'arriver à la moitié environ de la superficie interne temporale du malaire.

L'Auteur relève en outre l'importance et la rareté de son observation, c'est-à-dire d'un processus zygomatique du maxillaire prolongé au dessous de l'os malaire jusqu'à rencontrer le processus zygomatique du temporal, faisant quelques observations à ce sujet.

#### Sur le *Macro* de l'angle de la mandibule de Sandifort

(*Apophyse lémurique d'Albrecht*) (1).

Note du Prof. G. ZOJA (Pavie).

L'Auteur décrit deux observations d'apophyse de l'angle de la mandibule; toutes deux appartiennent à des hommes. — Il fait observer que cette variété, déjà indiquée par Sandifort, n'a plus été mentionnée chez l'homme par aucun auteur jusqu'à ces derniers temps. — Ce fut Albrecht qui l'étudia de nouveau et après lui Tenchini.

#### Sur l'existence d'une racine dorsale rudimentaire avec ganglion pour le nerf hypoglosse chez l'homme (2)

par le Dr G. CHIARUGI (Sienne).

Chez un enfant de 2 ans, l'Auteur observa, du côté droit, au tronc du nerf accessoire, et appliqué précisément sur un point correspondant au groupe caudal des fibres radiculaires de l'hypoglosse, un très petit ganglion (du volume d'environ  $\frac{1}{5}$  de mm.) duquel se détachait un court filament destiné à s'unir au groupe caudal des racines de l'hypoglosse. Après avoir isolé cet ensemble de parties pour les examiner plus soigneusement, à l'aide du microscope simple, dans un liquide légè-

(1) *Bollettino scientifico*, n° 3 et 4, 1888.

(2) *Boll. della Sezione dei cultori della scienza mediche, nella R. Accad. dei Fisiocritici di Siena*. An. VI, fasc. II.

ment acide qui rendit plus transparent le connectif parmi les faisceaux nerveux et ces derniers plus isolables, l'Auteur se convainquit que le susdit ganglion n'avait pas de rapports de connexion avec le tronc du n. accessoire sur lequel il était appliqué, mais qu'il était soutenu par un petit faisceau de fibres qui descendait le long du tronc du nerf pour l'abandonner ensuite et s'unir au groupe des racines dorsales du 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> nerf spinal, en se plaçant au dessous du filament pour le 1<sup>er</sup> nerf.

Dans ce même sujet il observa aussi que la VI<sup>me</sup> paire à droite était constituée par deux petits faisceaux distincts, un externe plus gros, un autre interne mince, qui se réunissaient seulement au niveau du sinus caverneux; à gauche du tronc d'origine se détachait un filament très subtil, lequel après avoir décrit une courte arcade et émis un filament latéral, dont la terminaison lui échappa, revenait dans le tronc principal.

---

**Le tubercule de Darwin**  
**et la direction des poils dans le pavillon de l'oreille humaine (1)**  
par le Prof. G. CHIARUGI (Sienne).

Le bord libre du pavillon de l'oreille est parcouru par deux courants de poils: l'un qui suit le trait supérieur ou le 1<sup>er</sup> tiers, tourne en arrière, l'autre, qui suit le trait postérieur ou les 2 tiers restants du bord libre, est ascendant. Dans l'union du trait supérieur avec le trait postérieur les deux courants se rencontrent et forment parfois, avec les poils venus directement de la face postérieure, une véritable touffe bien évidente en observant l'hélice dans sa convexité.

Lorsque le tubercule de Darwin existe, c'est précisément à son niveau qu'a lieu cette rencontre des deux courants de poils. Et puisque, chez les animaux qui ont les oreilles poilues, c'est vers la pointe que se dirigent les poils, il semble donc définitivement résolu que le tubercule de Darwin est, comme l'admit Darwin, le rudiment ou la trace d'oreilles primitivement pointues.

---

**Sur les glandes salivaires chez l'*Hirudo medicinalis* (2).**

OBSERVATIONS du D<sup>r</sup> DANTE BERTELLI (Pise).

L'Auteur a pu établir le siège des glandes salivaires même dans des faisceaux de substance blanchâtre qui partent des environs du point où se termine le second sac stomacal, courent entre la couche musculaire et la superficie externe du sac pour s'unir à la substance connue sous le nom de racines des mâchoires.

Dans la partie inférieure des racines les glandes ne sont pas en grand nombre.

---

(1) *Bollettino della Sessione*, etc., loc. cit.

(2) Extrait du procès-verbal de la Société Toscane de sciences naturelles, séance du 13 novembre 1887.

vers le milieu de la racine elles sont très nombreuses et ainsi jusqu'aux environs du bord inférieur de la mâchoire où elles cessent brusquement.

Dans la ventouse antérieure il y a des glandes salivaires très abondantes.

La paroi des conduits est lisse et uniforme.

L'anastomose des conduits est un fait très rare.

Les conduits sécréteurs pénètrent dans les mâchoires, débouchent au niveau des extrémités inférieures des racines des dents. La substance sécrétée pénètre entre les deux feuillets de la membrane interdendaire et sort par le bord libre de celle-ci. Sur un petit parcours, en proximité du point où la membrane interdendaire prend son origine, l'Auteur observa, dans les conduits, le passage d'une substance granuleuse qui allait déboucher sur le bord libre de la mâchoire.

Les deux feuillets sont unis par quelques fibres.

---

**Nouvelles observations au sujet de la distribution  
et de la terminaison des fibres nerveuses dans la vessie urinaire  
de quelques amphibiens, reptiles et mammifères (1).**

MÉMOIRE du Dr G. CUCCATI.

Après quelques données sur la bibliographie de la question, l'Auteur décrit le procédé qu'il a suivi. Il employait la solution d'Aronson: Bleu de méthylène gr. 1, Eau distillée cc. 400, Chlorure de Na gr. 0,60. — Cette solution était injectée par l'aorte et par le cœur chez quelques animaux, chez d'autres (*Lacertæ* et *Podarcis*), après avoir ouvert l'abdomen et mis la vessie à découvert, il la baignait à de nombreuses reprises avec la solution de bleu de méthylène et la laissait dessus pendant quatre ou cinq heures. Passé ce temps, il exportait l'organe tout entier et le mettait dans la solution d'acide picrique ammoniacale, en petits morceaux de 4 millim. car. environ. Il les y laissait demeurer du soir au matin. Ensuite il les passait dans la glycérine rendue alcaline au moyen de l'adjonction d'une goutte d'ammoniaque par cinquante parties de glycérine, et dans ce milieu il en faisait l'examen microscopique.

1° La vessie urinaire chez le *lepus cuniculus*, chez le *mus albinus*, chez le *mus musculus* et chez l'*emys europaea*, se compose, en outre de l'enveloppe péritonéale et de l'épithélium de la muqueuse fait de plusieurs rangs de cellules, de deux couches de tissu musculaire compact à l'extérieur, aréolé à l'intérieur;

2° Ou bien d'une seule couche musculaire à rides pressées, en outre du péritoine de la vessie et de son épithélium propre qui se compose de deux rangs de cellules (*lacertæ*, *podarcis*, *tritones*, *salamandras*, *ranæ*);

3° Les fibres nerveuses pâles sont très abondantes dans toute l'épaisseur de

---

(1) *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*. Série IV, t. IX,

l'organe, excepté chez le lapin dans lequel, différemment des autres animaux pris en examen, tout le grand plexus de fibres pâles se développe sous l'épithélium en formant une riche arborisation qui se termine en extrémités pointues ou à bouton;

4° Toutes les fibres nerveuses provenant du sympathique forment, à la superficie de l'organe, avec les fibres du troisième et du quatrième nerf sacral, un entrecroisement de gros troncs qui, à mesure qu'ils s'enfoncent dans le tissu, se divisent à de nombreuses reprises, et de cette façon, à diverses hauteurs de l'organe, forment des plexus toujours plus confus; et parfois les fibres pâles montrent sur quelques points, outre des anastomoses, de petites aires closes ou mailles;

5° Les fibres médullaires se terminent, dans l'épaisseur ou à la superficie des muscles compacts, en arborisation dont les ramuscules portent, sur leur parcours ou à leur extrémité, parfois de petites boules vides soutenues par un petit pédoncule (rat), d'autres fois des pointes (lapin). Dans les muscles réticulés au contraire (rat et lapin) elles se terminent en plexus très serrés constitués par une grande quantité de fibrilles ayant de rares, mais très visibles petites boules vides soutenues par un petit pédoncule;

6° Chez l'*emys europaea*, et plus encore chez les autres reptiles et amphibiens, la terminaison des fibres médullaires se fait par arborisation de très minces cylindres dont les granules, qui les forment, portent, parfois, une pointe avec laquelle il semble qu'ils embrassent une fibre-cellule musculaire et qu'ils entrent en rapport avec le protoplasma de celle-ci;

7° Chez le *triton cristatus*, l'Auteur a vu une mince ramification d'une fibre nerveuse former, sur le noyau d'une fibre-cellule musculaire, une petite maille, sans qu'il soit parvenu à comprendre quel rapport intime elle avait avec cette dernière.

### Sur le développement des Capsules surrénales chez le Poulet et chez quelques Mammifères (1).

RECHERCHES du Dr G. VALENTI.

L'Auteur expose les résultats de quelques recherches sur le développement des capsules surrénales chez le poulet, chez le lapin et chez le porc.

Il a trouvé, d'accord en cela avec *Janosik* et contrairement aux divers résultats de *Remak*, de *Kölliker*, de *Brunn*, de *Gottschau*, de *Mitsukuri* et d'autres, que ces organes, chez ces animaux, prennent naissance sur une des saillies de l'épithélium péritonéal situées au niveau du tiers supérieur des Corps de Wolf, près de l'angle formé par eux avec le mésentère primitif, à l'intérieur de l'épithélium germinifère de Waldeyer. Il a pu observer leur première manifestation, chez le poulet

(1) Extrait du procès-verbal de la Société Toscane de sciences naturelles, séance du 13 janvier 1889.

dès la 97<sup>e</sup> heure d'incubation et chez le lapin dès le 11<sup>e</sup> jour de développement. Il n'a pas trouvé une origine indépendante de la substance corticale et de la substance médullaire (*Braun, Brunn, Mitsukuri*), et il considère l'une comme étant une transformation de l'autre (*Remak, Gottschau, Janosik*). Il n'a jamais vu, chez les animaux mentionnés, aux premiers stades de développement des Capsules surrénales, les rapports entre celles-ci et le sympathique, qui existent chez les Elasmobranches (*Leydig, Balfour*) et que *Remak* et *Kölliker* ont décrit chez le poulet et chez le lapin dans des stades que l'on croyait primitifs mais que l'on doit considérer comme très avancés. C'est pourquoi il se trouve d'accord avec *Brunn* et *Gottschau* lorsqu'il affirme que ces rapports s'établissent lorsque déjà les Capsules surrénales ont atteint un certain développement, par suite de l'intromission, de l'extérieur, de filaments nerveux au milieu de leurs éléments. Il donne la raison des divergences qui existent entre les différents observateurs, ayant pu vérifier leurs diverses assertions en différents stades embryonnaires. Il émet l'hypothèse que les saillies existant d'une manière non continue et transitoirement aux angles, entre le mésentère et les Reins primitifs, puissent représenter un rudiment de la disposition métamérique des Capsules surrénales chez les Vertébrés inférieurs (Elasmobranches, — *Leydig, Balfour*); et à l'appui de cette hypothèse il apporte les observations de Capsules surrénales accessoires (*Dagonet, Marchand* et autres).

Enfin il croit que les Capsules surrénales des Vertébrés supérieurs doivent être considérées comme des organes rudimentaires, parce que leur volume chez ces derniers est très réduit comparativement à celui qu'elles présentent chez les Vertébrés inférieurs; parce que jusqu'à présent il n'a pas été prouvé qu'elles aient une fonction utile à l'organisme; parce qu'elles ont un volume relativement plus considérable dans l'embryon que dans le fœtus à terme ou chez le nouveau-né. Que ce soient des organes rudimentaires très anciens, leur précoce apparition dans l'évolution ontogénique le démontrerait.

Sur deux cas de variétés numériques des vertèbres,  
accompagnés de variétés numériques des côtes et d'autres anomalies (1).

NOTE du Prof. L. CALORI (Bologne).

Après quelques considérations générales sur les anomalies des vertèbres et un résumé de la littérature de cette question, l'Auteur, s'appuyant sur les observations d'un grand nombre d'anatomistes et sur les siennes propres, établit que la colonne vertébrale se compose normalement de 7 vertèbres cervicales, 12 dorsales, 5 lombaires, des 5 du sacrum et des 4 du coccyx, et il estime qu'il n'est pas vrai que, dans le plus grand nombre des cas, le coccyx se compose de 5 fausses vertèbres.

(1) *Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna*. Série IV, t. IX.

Le premier cas traite de la colonne vertébrale d'une femme. Elle est composée de 32 vertèbres, et le défaut se trouve dans le sacrum qui est formé de quatre vertèbres. Le défaut n'est compensé dans aucune autre région. La quatrième vertèbre lombaire a le corps et les processus articulaires inférieurs ankylosés avec le corps et les processus articulaires correspondant avec la première du sacrum, et, au moyen d'une grosse expansion osseuse latérale, se trouve unie et incorporée avec les côtés de la base du sacrum.

Cette expansion osseuse, suivant l'A., est le résultat de l'ossification du ligament iléo-lombaire et de l'hyperostose des parties ligamenteuses entre le sacrum et la dernière vertèbre lombaire. En dehors de ces variétés, ce tronc présente encore deux trous circulaires situés à l'extrémité inférieure du sternum, placés l'un au dessus de l'autre et séparés par une mince cloison osseuse, ce qui leur donne l'apparence d'un 8. Tous deux gisent en lacune, le supérieur entre les articulations chondrosternales des sixièmes vraies côtes, et l'inférieur entre l'extrémité interne du cartilage des dernières vraies côtes. — Ensuite, dans la région cervicale, il y a ankylose du corps de l'axe avec celui de la troisième vertèbre et il se trouve deux petites côtes dans la septième vertèbre.

Le 2<sup>ème</sup> cas regarde la colonne vertébrale d'une petite fille et les anomalies résident dans la région thoraco-lombaire. — Dans la région lombaire il y a six arcs vertébraux, douze dans le côté droit de la région dorsale et onze dans le côté gauche. L'arc vertébral qui est en plus se trouve entre le premier et le second: cet arc et l'arc sous-jacent correspondent au second très large de gauche. A raison de l'adjonction de la demi-vertèbre intercalée, il arrive qu'il y a un trou de conjugaison de plus à droite, et en correspondance à cela, dans la région dorsale, un nerf spinal de plus qu'à gauche.

A droite, les côtes sont au nombre de 12; à gauche il y en a 11.

Pour l'interprétation des anomalies numériques des vertèbres, l'Auteur n'admet pas l'hypothèse du déplacement des os iliaques; il rappelle les deux hypothèses de Meckel et de Taruffi, et tandis qu'il est d'accord avec Varaglia dans l'opinion que ces anomalies numériques présupposent de semblables anomalies de nombre dans les ganglions de la moelle et dans les ganglions spinaux, il n'admet pas ensuite que celles des vertèbres soient une conséquence de celles des ganglions, mais qu'il y a seulement une correspondance entre le nombre des unes et celui des autres.

D<sup>r</sup> VARAGLIA.

---

Nous avons reçu de M. le prof. G. BRIOSI la lettre suivante que l'impartialité nous fait un devoir de publier.

*Monseigneur le Directeur,*

Dans le premier numéro du t. XI, p. 90, des *Archives italiennes de biologie*, je lis une relation sur mon travail: « *Intorno alle sostanze minerali nelle foglie delle piante sempre verdi* »; relation faite par une personne compétente et dont je remercie l'auteur M. Fayod.

Permettez-moi cependant de vous adresser quelques mots en réponse à deux remarques que l'on y lit, et de saisir cette occasion pour corriger quelques inexactitudes que l'on doit peut-être attribuer au prote, mais qui changent le sens de mes conclusions.

1° A la page 93, en traduisant le paragraphe 7, on a écrit que *les substances minérales dans les nervures médianes des feuilles persistantes s'y trouvent en quantité relativement plus grande (supérieure) que dans le limbe*: or je dis le contraire; savoir, que *dans les nervures, ces substances se trouvent en quantité moindre (inférieure) que dans le limbe*.

2° A la même page, on a traduit ainsi ma première déduction: « *chez les arbres à feuilles caduques, la teneur en substances inorganiques augmente aussi à partir des premiers mois de vie etc.....* ». On ne devait pas dire *DANS LES ARBRES*, mais *dans les feuilles*, car, pour l'arbre entier, c'est la loi contraire qui se vérifie.

3° A la page 92, l'auteur de la relation traduit ainsi ma 4° conclusion: « *Bien que le rapport entre la quantité d'eau et la substance sèche contenues dans les dites feuilles varie avec l'âge de celles-ci (MALGRÉ que les feuilles comparées entre elles aient été toujours recueillies simultanément sur un même rameau) etc.* ».

Eh bien! à la place du mot *MALGRÉ* il faut mettre *car* et on doit dire: *car les feuilles comparées entre elles ont toujours été recueillies etc.*, autrement le sens de la période est changé.

Dans une note, à la page 94, l'auteur de l'article m'adresse une critique pour avoir rapporté les poids, tant des feuilles fraîches que des feuilles sèches, à leur surface, de laquelle ils ne sauraient être une fonction. D'après lui j'aurais dû rapporter les poids au volume de la feuille, car il dit avoir constaté que « *les feuilles persistantes de beaucoup d'espèces s'épaississent avec l'âge jusqu'à un certain point, puis s'amincissent souvent de nouveau avant de tomber* », et, comme exemple, il cite les feuilles du Citronnier, celles de l'*Osmanthus fragrans* et celles de l'*Eucalyptus globulus* dont l'épaisseur entre les nervures, mesurée par lui à

différents âges, a été trouvée différente. Cette remarque n'a pas, selon moi, beaucoup de valeur, pour plusieurs raisons. Je me contente d'en indiquer une seule, savoir, que mes recherches ayant rapport spécialement à la transpiration, il est évident que l'influence de la surface des feuilles sur celle-ci est bien plus grande que celle du volume.

L'auteur de la relation a trouvé que, chez l'*Eucalyptus globulus* p. ex., l'épaisseur des feuilles ovales et horizontales mesure en moyenne de 0.20 à 0.25 mm., tandis que dans les autres falciformes, par contre, elle est de 0.40 à 0.45.

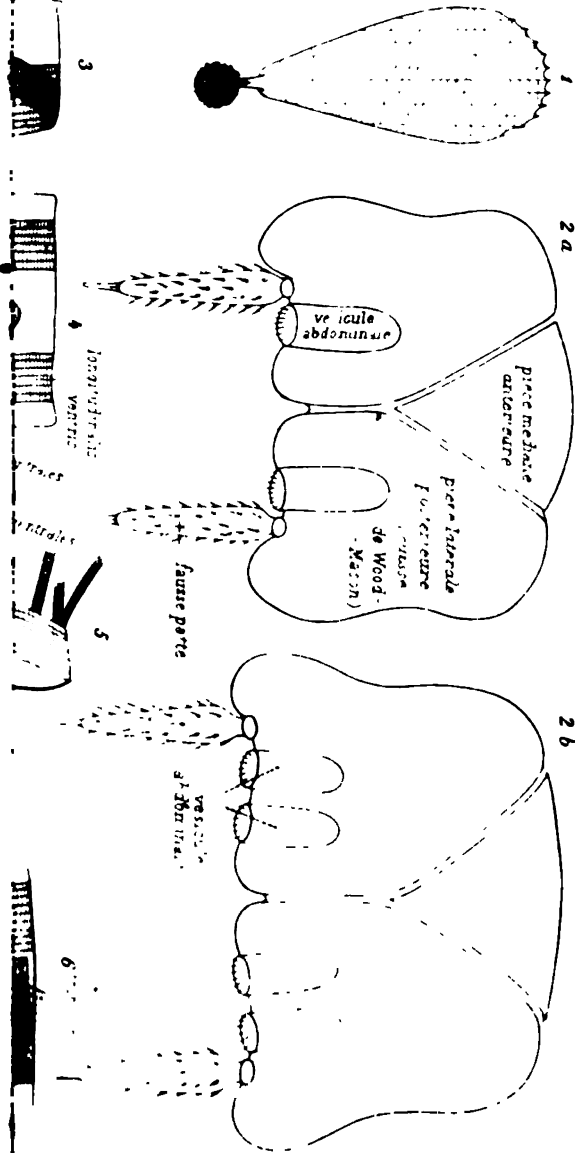
Cela concorde parfaitement avec ce que j'ai trouvé moi-même, et de plus je puis affirmer que l'épaisseur varie encore dans la même feuille, selon la place où on la mesure. Mais cela n'a aucune valeur pour notre question et la comparaison est mal choisie, car les feuilles ovales et horizontales ne doivent pas être confondues (et pour ma part, je ne les ai jamais confondues) avec les feuilles verticales et falciformes. Cela est si vrai que, dans le travail dont il est question et plus encore dans un autre que j'espère publier bientôt, je tâche de relever la différence du mode de fonctionner de ces deux formes de feuilles qu'on trouve sur la même plante. Je regrette enfin de ne pas partager l'opinion de l'auteur de la relation lorsqu'il dit que l'expérience très simple faite par M<sup>r</sup> Errera (cité par lui) tranche *définitivement* la question du mécanisme de l'ascension du courant aqueux, sur lequel tant de savants ont travaillé. En effet, il suffit de se rappeler, entre autres choses, que dans le bois des Conifères et de beaucoup d'autres plantes il n'y a pas un véritable système de vaisseaux ouverts.

GIOVANNI BRIOSI.

(Institut botanique de l'Université de Pavie,  
2 avril 1889).

---









STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

---

To avoid fine, this book should be returned on  
or before the date last stamped below

LIBRARY OF THE  
SCHOOL OF BIOLOGY

147228 t.11  
Archives italiennes de biologie.

00.5  
38

1889

DATE

NAME

DATE

NAME

